

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**“PREDICCIÓN DE LA CONTINUIDAD EN LA PRUEBA DE ENDURO A PARTIR  
DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN CARDIACA Y VELOCIDAD PROMEDIO EN  
LA ETAPA PRECEDENTE”**

**por**

**BENIA ZEBALLOS, Martín  
SOLARI DE SOUZA, Micaela**

TESIS DE GRADO presentada como uno de  
los requisitos para obtener el título de Doctor  
en Ciencias Veterinarias  
Orientación: Medicina Veterinaria

MODALIDAD: Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2018**

## PAGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de Mesa:

---

Dra. Stella Huertas

Segundo miembro (Tutor):

---

Dr. Fernando Vila Hill

Tercer miembro:

---

Dr. Gonzalo Marichal

Cuarto miembro (Cotutor):

---

Dr. Guillermo Nin Pratt

Fecha:

21 de diciembre de 2018

Autores:

---

Martin Benia Zeballos

---

Micaela Solari de Souza

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Fernando Vila por guiarnos durante todo este trabajo, y por las horas dedicadas.

Al Dr. Guillermo Nin, quien fue el ideólogo de este proyecto, por acompañarnos y aconsejarnos, y por brindarnos su punto de vista como Veterinario FEI 4\*.

A la Secretaría de AUDEE, Anita y Toto, por brindarnos los datos necesarios para la realización de este trabajo.

Al personal de Bedelía, y sobre todo de Biblioteca por ayudarnos en la búsqueda bibliográfica.

A nuestras familias y amigos, por el apoyo durante toda nuestra vida, por el amor y la paciencia.

A nuestros compañeros de trabajo, de Laboratorio Ripoll, y de Veterinaria Lasplaces, por el apoyo y la paciencia.

## TABLA DE CONTENIDOS

### Página

PAGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
TABLA DE CONTENIDOS.....	4
LISTA DE TABLAS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	9
SUMMARY.....	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. HISTORIA DEL ENDURO.....	12
2.1 HISTORIA DEL ENDURO A NIVEL INTERNACIONAL.....	12
2.2 HISTORIA DEL ENDURO EN URUGUAY.....	12
2.3 CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR ECUESTRE EN URUGUAY.....	13
2.4 SITUACIÓN ACTUAL DEL ENDURO EN URUGUAY.....	14
3. GENERALIDADES DEL ENDURO.....	14
4. RESEÑA FISIOLÓGICA DEL EJERCICIO DE RESISTENCIA.....	16
4.1 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO.....	18
5. CHEQUEO VETERINARIO.....	20
5.1 CAUSAS DE ELIMINACIÓN EN LA PRUEBA DE ENDURO.....	21
6. HIPÓTESIS.....	22
7. OBJETIVOS.....	22
7.1 OBJETIVOS GENERALES.....	22
7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
8. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
8.1 MATERIALES.....	22
8.2 MÉTODOS.....	22
9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS.....	23
9.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL AÑO 2014.....	23
9.2 ANÁLISIS DE DATOS POR DISTANCIA Y CATEGORÍA DE LA COMPETENCIA.....	25
9.3 ANÁLISIS DE DATOS SEGÚN MOTIVO DE ELIMINACIÓN POR ETAPA EN LAS DIFERENTES CATEGORÍAS Y DISTANCIAS DE LA COMPETENCIA.....	26
10. RESULTADOS.....	29
10.1 ANÁLISIS DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN CARDÍACA EN 120 KM.....	29
10.2 ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD EN 120 KM.....	31
10.3 REGRESIÓN MÚLTIPLE EN 120 KM.....	31
10.4 ANÁLISIS DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN CARDÍACA EN 80 KM.....	32
10.5 ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD EN 80 KM.....	34
10.6 REGRESIÓN MÚLTIPLE EN 80 KM.....	35
10.7 ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE CONFORT EN RELACIÓN A LOS ELIMINADOS.....	36
11. DISCUSIÓN.....	38
12. CONCLUSIONES.....	42
13. BIBLIOGRAFÍA.....	43

## LISTA DE TABLAS

### Página

Tabla 1.....	24
Distribución de los eliminados por motivo en cada evento.	
Tabla 2.....	27
Distribución de los eliminados por etapa en cada categoría.	
Tabla 3.....	28
Porcentajes de eliminados por motivo de eliminación según categoría.	
Tabla 4.....	29
Medias del TRC de los clasificados de 120 km en cada etapa	
Tabla 5.....	29
Media del TRC (n-1) de los eliminados de 120 km en cada etapa	
Tabla 6.....	30
Comparación del TRC (n-1) de los eliminados por motivos locomotores (LA) y los eliminados por causas metabólicas (ME) en 120km	
Tabla 7.....	31
Velocidades Promedio clasificados y eliminados 120km.	
Tabla 8.....	32
P <sub>75</sub> del TRC por etapa en 120 km.	
Tabla 9.....	32
Porcentaje de animales por encima del P <sub>75</sub> por etapa en 120 km.	
Tabla 10.....	33
Estadística del TRC de los clasificados en 80 km en cada etapa	
Tabla 11.....	33
Estadística TRC (n-1) de los eliminados de 80 km en cada etapa	
Tabla 12.....	34
Velocidades Promedio por etapa de clasificados y eliminados en 80 km.	
Tabla 13.....	35
Valores P <sub>75</sub> del TRC (s) por etapa	
Tabla 14.....	36
Porcentaje de animales por encima del P <sub>75</sub> por etapa en 80 km.	
Tabla 15.....	36
Frecuencias de animales según riesgo metabólico discriminando eliminados de clasificados por distancia	

Tabla 16..... 39  
Comparación de  $TRC_{n-1}$  de clasificados y eliminados por etapa.

## LISTA DE FIGURAS

### Página

Gráfico 1.....	23
Totales Año 2014	
Gráfico 2.....	24
Distribución de los eliminados según los motivos de eliminación más comunes durante el año en estudio.	
Gráfico 3.....	25
Distribución de los eliminados por motivo de eliminación en cada evento realizado durante el año en estudio.	
Gráfico 4.....	26
Resultados generales del año en estudio, según distancia de la prueba y categoría de esta.	
Gráfico 5.....	27
Distribución de los eliminados por etapa, según distancia y categoría.	
Gráfico 6.....	28
Porcentajes de eliminados por motivo de eliminación según categoría.	
Gráfico 7.....	29
Comparación de las medias de TRC de los clasificados y eliminados por etapa en carreras de 120km.	
Gráfico 8.....	30
Comparativa del TRC (n-1) de los eliminados por motivos locomotores o metabólicos por etapa en 120 km.	
Gráfico 9.....	31
Velocidades Promedio en cada etapa de clasificados y eliminados en 120km.	
Gráfico 10.....	33
Comparación de la media del TRC de los clasificados en cada etapa con el TRC (n-1) de los eliminados, en pruebas de 80 km.	
Gráfico 11.....	34
Media del TRC (n-1) de los eliminados por motivos metabólicos y de claudicación en 80 km.	
Gráfico 12.....	35
Velocidades promedio por etapa de clasificados y eliminados en 80km.	
Gráfico 13.....	37
Total de binomios según riesgo metabólico en 120 km.	

Gráfico 14..... 37  
Total de binomios según riesgo metabólico en 80 km.

## RESUMEN

El enduro ecuestre es el deporte ecuestre de mayor crecimiento en Uruguay en los últimos 20 años. Practicada en gran parte del mundo, ésta disciplina es regulada mundialmente por la Federación Ecuestre Internacional, y a nivel local por su filial FUDE (Federación Uruguaya de Deportes Ecuestres) a través de AUDEE (Asociación Uruguaya de Enduro Ecuestre). Se trata de una prueba de resistencia donde es primordial el bienestar del caballo, como en todas las disciplinas reguladas por la FEI. Durante el año en estudio (2014) en nuestro País se corrieron 11 pruebas FEI, distribuidas entre las sedes de Costa Azul, Canelones y Trinidad, Flores, sobre las distancias de 80, 120 y 160 km. Dentro del reglamento FEI se establecen tiempos de descanso obligatorios entre carreras que pueden ser aumentados cuando los equinos son eliminados en reiteradas ocasiones por el mismo motivo, en ese sentido es importante detectar precozmente equinos sub entrenados, de manera de evitar complicaciones y alteraciones metabólicas que puedan poner en riesgo la vida del animal y eliminaciones tempranas de la competencia. El presente trabajo buscó encontrar la probabilidad de predecir la continuidad en la carrera, para ello fueron analizados los datos de competencia de 877 equinos que compitieron en ese año. mediante el uso de parámetros como frecuencia cardíaca (FC) y tiempo de recuperación cardíaca (TRC) obtenidos en las revisiones veterinarias obligatorias que existen en la disciplina, así como la velocidad promedio (VP). También se buscó estimar la influencia de los parámetros climáticos mediante el uso del índice de confort (IC). Una vez realizadas las pruebas estadísticas correspondientes ante los datos obtenidos se concluyó que el TRC de la etapa anterior  $(n-1)$  está asociado a la probabilidad de quedar eliminado en la siguiente etapa, asociación que se hace mas fuerte en las carreras de 120 km, y en caso de eliminaciones por causas metabólicas. El índice de confort demostró no incidir en el resultado de la competencia, teniendo porcentajes de eliminados y clasificados similares ante carreras con IC de riesgo moderado, bajo y alto. Si bien la velocidad promedio no evidenció asociación con la probabilidad de continuar o ser eliminado en la etapa siguiente, se pudo ver que en las carreras de 80 km hay una diferencia significativa, entre las VP de los equinos clasificados y los eliminados.

## SUMMARY

Endurance riding is the equestrian sport with greater expansion in Uruguay in the last 20 years. Practiced all around the world, this discipline is regulated worldwide by the International Equestrian Federation (FEI), and locally by its subsidiary FUDE (Uruguayan Federation of Equestrian Sports) through AUDEE (Uruguayan Association of Equestrian Endurance). It is a stamina race where horse welfare is paramount, as in all the disciplines regulated by the FEI. During the year under study (2014), 11 FEI races were run in our country, distributed between the locations of Costa Azul, Canelones and Trinidad, Flores, on distances of 80, 120 and 160 km. Within the FEI regulation, mandatory rest times are established between races that can be increased when the horses are eliminated repeatedly for the same reason, in this sense it is important to detect precociously sub trained horses, in order to avoid complications and metabolic alterations that can put at risk the life of the animal and the early elimination of the competition. The present study sought to find the probability of predicting continuity in the race, for which the competition data of 877 horses that competed in that year were analyzed by using parameters such as heart rate (HR) and cardiac recovery time (CRT) obtained in the mandatory veterinary reviews that exist in the discipline, as well as the average speed (AS). We also sought to estimate the influence of climatic parameters through the use of the comfort index (CI). Once the corresponding statistical tests were performed, it was concluded that the CRT of the previous stage (n-1) is associated with the probability of being eliminated in the next stage, an association that becomes stronger in the 120 km races, and in case of eliminations due to metabolic causes. The comfort index showed no impact on the result of the competition, with percentages of eliminated and classified similar in events with CI of moderate, low and high risk. Although the average speed did not show an association with the probability of continuing or being eliminated in the next stage, it could be seen that in the 80 km races there is a significant difference between the AS of the classified and eliminated horses.

## 1. INTRODUCCIÓN

El enduro ecuestre en el Uruguay es el deporte ecuestre de mayor crecimiento en las últimas dos décadas, teniendo un desarrollo tanto en número como en calidad de sus caballos y jinetes, destacándose éstos en el exterior con logros al máximo nivel mundial en dicha disciplina.

Campeonatos Mundiales y Panamericanos en todas las categorías han tenido a binomios uruguayos como protagonistas, caballos que defendiendo a otras selecciones han obtenido podios mundialistas, y recursos humanos nacionales que se destacan a gran nivel en el primer mundo del Enduro Ecuestre, hacen de este deporte, una actividad que gana en importancia año a año dentro del sector pecuario de nuestro País.

Criadores, domadores, veterinarios, herreros, jinetes y entrenadores uruguayos son contratados permanentemente por los equipos profesionales de la disciplina, destacándose como principales destinos Medio Oriente y Europa para realizar sus actividades.

De esta manera no solo tiene una significancia económica para el País a través de los ingresos generados por la venta de caballos al exterior, sino como generador de empleo de primer nivel y experiencia internacional para los profesionales uruguayos.

Como toda disciplina bajo la órbita de la Federación Ecuestre Internacional (FEI), el bienestar animal es considerado un valor supremo para su desarrollo, debiendo anteponerse éste a cualquier otro interés ya sea comercial, personal o competitivo. Dentro de las disciplinas regidas por este organismo, el Enduro es una de las más jóvenes con lo cual no se cuenta con un volumen de investigación científica cuantioso, que pueda ser útil para todos los involucrados en la actividad.

Dentro del reglamento FEI se establecen penalizaciones para equinos y jinetes según motivo de eliminación de la competencia. En el caso de los equinos, hay un tiempo mínimo establecido entre competencias, que varía según la distancia de la prueba en la que hayan participado. Este tiempo puede verse aumentado según el motivo de eliminación. Los jinetes por su lado tienen un sistema de puntuación acumulable en el cual una vez alcanzados ciertos límites, se les sanciona con períodos de tiempo sin correr.

Considerando esto último, se entiende necesaria la realización de análisis de resultados con base estadística que puedan ser de utilidad tanto para competidores como veterinarios, entrenadores y demás actores del sector.

Asimismo es importante lograr la detección precoz de animales que probablemente sean eliminados, con el fin de mejorar el bienestar de los mismos, disminuir la incidencia de patologías post competencia y evitar accidentes durante y después de los eventos de resistencia.

## **2. HISTORIA DEL ENDURO**

### **2.1 HISTORIA DEL ENDURO A NIVEL INTERNACIONAL**

Si bien existen varias disciplinas que ponen a prueba la resistencia del caballo, el enduro o endurance ecuestre es el único practicado mundialmente bajo el reglamento y regulación de la FEI, donde se desafía al máximo la resistencia del caballo. El origen de las carreras de resistencia en particular está ligado al papel que el caballo desempeñó en primer lugar en la guerra y en segunda instancia en la comunicación civil (Trigo, 2010).

A mediados de 1800 existían carreras reglamentadas realizadas en forma periódica en diversas caballerías. En 1913 se desarrollaron las primeras carreras civiles que se continúan realizando actualmente. La primera de ellas en Vermont, con 480 km de distancia y algunos meses más tarde el 13 de octubre de 1913 en Sarandí Grande (Uruguay) donde fallecieron la mayoría de los 13 caballos que tomaron la salida para recorrer 85 km. En 1955, producto de una apuesta entre amigos, se organiza la primera carrera moderna. La apuesta desafiaba las audacias de las campañas militares y ponía a prueba la capacidad del caballo de recorrer 100 millas en menos de un día. El lugar elegido fue una antigua ruta de colonos de los estados del oeste de USA. Las paradas obligadas y las distancias de fases se copiaron del reglamento de las pruebas de selección de reproductores de la caballería polaca y rusa, donde los animales debían cubrir en un día distancias de 150 km llevando una carga de 140 kg. Por primera vez colaboraron veterinarios para evitar el abuso en animales extenuados (Trigo, 2010).

Se considera a esta prueba como el nacimiento del endurance moderno y es hoy con importantes modificaciones, la Tevis Cup. El deporte comenzó a extenderse por Oceanía, Europa, África, y Oriente Medio de forma inmediata. Entre el 20 y 70% de los participantes no culmina la carrera por diversos motivos: claudicaciones (40-70% de las eliminaciones), trastornos metabólicos (5-40%) y abandonos (10-50%) (Rose, 1986). Adicionalmente es la disciplina donde se registran más muertes relacionadas con alteraciones metabólicas, y tras el concurso completo de equitación, donde más accidentes catastróficos encontramos (Foreman, 1998) (Trigo, 2011).

### **2.2 HISTORIA DEL ENDURO EN URUGUAY**

El Uruguay posee una vasta experiencia en deportes ecuestres de resistencia, basado principalmente en la práctica del Raid Hípico, deporte auténticamente nacional, declarado de interés por el parlamento uruguayo en fecha 16 de Setiembre de 2014. El Raid Hípico cuenta en nuestro País con un siglo de historia, de destrezas desarrolladas por quienes lo practican, y de estudios académicos que avalan su práctica en todo el territorio de la República. Esta historia y el conocimiento del manejo de los animales, sumado a otras disciplinas con una difusión un poco menor, como las marchas de Caballos Criollos en el interior del país, y el manejo de los caballos de carreras cortas en los centros poblados, han sido la base del Enduro Ecuestre cuya práctica se remonta en el país al año 1988.

En dicho año, en el mes de agosto, se organizó un evento de características similares a lo que sería un Enduro actual, bajo la denominación "Raid Hípico Internacional" con sede en Punta del Este, y cuyos organizadores fueron la Federación Ecuestre

Internacional (FEI), la Federación Uruguaya de Deportes Equestres (FUDE) y la Federación Ecuestre Uruguaya (FEU).

Desde los orígenes de las competencias internacionales de Enduro, Uruguay ha sido protagonista de estas, participando activamente, obteniendo en las mismas destacados resultados deportivos, debido a la calidad de sus caballos y la destreza reconocida de sus jinetes.

En el año 1998 se desarrolló el primer mundial de Enduro en los Emiratos Árabes Unidos, en el cual entre los 47 equipos participantes se encontraba la delegación uruguaya, compuesta por 6 binomios, de los cuales 1 completó los 160 km de recorrido. Dicho evento sirvió como impulso de la actividad interna, visualizando los criadores y propietarios de caballos, el nicho comercial que existía una vez popularizadas las competencias internacionales.

Dos años de pruebas bajo reglamento FEI, en diferentes lugares del País, con participación importante de binomios y un creciente interés de las personas vinculadas al caballo, fueron la base del primer enduro organizado por la Asociación Uruguaya De Enduro Ecuestre (AUDEE) en el establecimiento San Pedro del Timote, Florida en el mes de noviembre de 2000.

A partir de allí la AUDEE, ha sido la responsable de la organización de los eventos regulados por la FEI, a través de la Federación Uruguaya de Deportes Equestres (FUDE), y han ido en aumento la cantidad de pruebas, de participantes y la cantidad de sedes que se solicitan para realizar competencias. (Maisonave y Lockhart, 2012)

## **2.3 CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR ECUESTRE EN URUGUAY**

Uruguay es el país del mundo que tiene la mayor área de su territorio (84,4%) dedicada a la producción agropecuaria, lo cual explica la presencia de unos 425000 equinos en el territorio nacional. En cuanto al número total de animales, Uruguay se ubica en el puesto 21 a nivel mundial, detrás de países con superficies mucho mayores, teniendo el índice, cantidad de habitantes por caballo, un guarismo de 8 a 1, lo cual lo ubica en segundo lugar a nivel mundial en este ranking.

Las actividades deportivas de mayor difusión en Uruguay, las cuales cuentan con la participación de mayor cantidad de equinos y jinetes son Turf, Enduro, Raid, Equitación y Polo. (López Oliva, 2012)

Se estima que el sector ecuestre aporta a la economía nacional unos 335 millones de dólares anuales, compuestos en su amplia mayoría por aporte de los propietarios particulares, seguido por apuestas y aportes del público.

Como rubro exportador, el sector aportó en el año 2012, unos 29 millones de dólares anuales, generando de manera directa unos 18 mil puestos de trabajo distribuidos en todo el País.

Datos actualizados de exportaciones según la División Sanidad Animal, de la DGSG, del MGAP, salieron del País en el transcurso del 2017, 190 equinos en pie, la amplia mayoría de ellos con fines deportivos. (MGAP, 2018)

Del total de existencias equinas en el Uruguay, solamente un 4,6% son destinados a los deportes ecuestres, componiéndose ese porcentaje de la siguiente manera: hípica o Turf un 39%, enduro un 22% y raid un 11%, repartiéndose el porcentaje restante

entre las demás disciplinas (polo, salto, adiestramiento, prueba completa, etc.) (López Oliva, 2012)

## **2.4 SITUACIÓN ACTUAL DEL ENDURO EN URUGUAY**

En el año 2017, se realizaron en Uruguay 12 competencias internacionales en 3 sedes distintas, Punta del Este, Costa Azul y Trinidad, y 52 competencias nacionales divididas en 12 sedes. En total en el año, en competencias nacionales se registraron 2765 participaciones y 379 propietarios.

En las competencias internacionales se registraron 283 jinetes FEI y 548 caballos FEI (Comunicación personal Secretaría AUDEE).

En 2017, una jinete uruguaya obtuvo el primer puesto del ranking FEI en categoría Senior, entre 3823 atletas rankeados. Asimismo, dos caballos uruguayos ocuparon el 4º y 9º puesto en el ranking de equinos entre 6040 rankeados en el mundo.

En cuanto al ranking de jinetes Young Rider, una uruguaya obtuvo el 2º puesto de un total de 516 atletas, y un equino ocupó el primer puesto en el ranking de equinos de Young Riders entre 956 rankeados. (sitio web FEI)

## **3. GENERALIDADES DEL ENDURO**

El Enduro Ecuestre es un deporte en el cual se pone a prueba la velocidad, habilidad y la resistencia física y psicológica del caballo y jinete, ya que ambos deben recorrer grandes distancias en un día, a través de los más diversos terrenos. Para lograr este objetivo el jinete debe tener la capacidad de dosificar el esfuerzo de su caballo, y llevar un ritmo adecuado durante la prueba, ya que gana el primer binomio que llegue con el caballo en condiciones aceptables. (Ferrari, 2012)

En cuanto a la legislación, la Federación Ecuestre Internacional es el ente que regula la mayoría de las disciplinas ecuestres a nivel mundial. A nivel nacional, la Federación Uruguaya de Deportes Ecuestres (F.U.D.E.) coordina las actividades hípcas en el territorio nacional. La Asociación Uruguaya de Enduro Ecuestre es filial de la F.U.D.E. Es una asociación sin fines de lucro que tiene como fin dirigir, fomentar, difundir, defender la práctica del Enduro Ecuestre en todo el territorio, organizar y fiscalizar los campeonatos nacionales e internacionales y designar las delegaciones oficiales, brindándoles el asesoramiento necesario para viajar al exterior, representando a Uruguay en las categorías creadas (Vigorito, 2011).

La competencia de Enduro consiste en completar un número determinado de etapas o fases con una cantidad de kilómetros preestablecidos. Ninguna etapa puede superar los 40 km, y no debe ser inferior a 16 km. El recorrido es muy variado, con varios tipos de suelo y obstáculos naturales. Al final de cada fase, hay un chequeo veterinario, seguido de un descanso obligatorio antes de largar a la siguiente etapa. En el chequeo Veterinario, los caballos son inspeccionados por veterinarios, quienes de superar el animal el número de pulsaciones permitidas, o mediar alguna lesión, descalificarán al binomio.

Para poder competir en carreras FEI de 1 estrella, los caballos deben tener 6 años o más, y haber completado satisfactoriamente el noviciado. Para ello deben completar

cuatro competencias nacionales, a velocidad controlada que no supere los 16 km/h, dos de 40 km y dos de 80 km, en un lapso de no más de 24, y no menos de 12 meses. Los jinetes también deben cumplir este sistema de calificación para tener el noviciado completo y poder competir en competencias FEI. Luego, en las competencias FEI, deberán ir cumpliendo con el sistema de estrellas de forma ascendente.

Las distancias de 80 km a 119 km, eventos considerados de una estrella, deben tener al menos dos Vet. Gates más la Inspección final (tres fases). Las distancias de 120 km a 139 km, consideradas de dos estrellas, deben tener al menos tres Vet. Gates más la inspección final (cuatro fases). Las distancias de 140 km a 160 km, consideradas de tres estrellas, deben tener al menos cinco Vet. Gates más la inspección final (6 fases). Existe la posibilidad de reducir esto a 5 fases a recomendación del Delegado Técnico y la aprobación del presidente de la Comisión Veterinaria (FEI endurance Rules, 2018).

Una vez iniciada la carrera, los binomios recorren la distancia establecida para cada etapa, la cual tiene paradas establecidas, llamadas puntos de agua, donde el jinete puede brindar agua a su caballo, y puestos de apoyo, donde son asistidos por sus compañeros de equipo, para mojar al equino, brindar agua, corregir herrados, equipo de montar, o lo que consideren pertinente.

Completado el recorrido de la etapa, se registra el tiempo de ingreso al Vet Gate. Una vez que ingresan a la inspección veterinaria, se registra la hora y se toma la frecuencia cardíaca (FC) del animal, que deberá ser igual o menor a 64 latidos por minuto (lpm) dentro de los 20 minutos transcurridos desde el arribo, para poder continuar con la inspección. Si el caballo presenta una FC igual o mayor a 65 lpm, tendrá la oportunidad de un reingreso por etapa, dentro de los 20 minutos que tenía inicialmente para la presentación a la inspección veterinaria. El lapso transcurrido entre que el caballo ingresa al Vet Gate y que ingresa al chequeo veterinario es el tiempo de recuperación cardíaca (TRC).

Una vez transcurrido el tiempo de descanso obligatorio, el cual es variable según la distancia de la competencia, el binomio deberá largar a la siguiente etapa.

Finalizada la última etapa, los caballos tendrán 30 minutos para ingresar a la inspección final, no existiendo en esta última la posibilidad de reingreso si el caballo supera los 65 lpm, quedando eliminado.

La velocidad promedio (VP) por etapa, se calcula desde la largada hasta que el animal ingresa al chequeo veterinario, a excepción de la última etapa, en la que se calcula desde la largada hasta que el binomio ingresa al Vet Gate.

En cada competencia, debe haber al menos una etapa con descanso obligatorio de por lo menos 40 minutos. El descanso obligatorio para todas las fases debe cumplir una relación mínima de 1 minuto por 1 km, es decir: después de una fase de 35 km, un tiempo mínimo de espera de 35 minutos. El tiempo máximo de descanso obligatorio para una sola etapa en una competencia de un día será de 60 minutos, y en eventos de 3 estrellas o más, habrá al menos un descanso de 50 minutos.

El énfasis está puesto en que el caballo finalice en condiciones que le permitan continuar si la prueba continuara, más que en quien termina primero.

La FEI requiere que todos los involucrados en el deporte ecuestre internacional se adhieran al Código de conducta de la FEI para el bienestar del caballo y para reconocer y aceptar que en todo momento el bienestar del animal debe ser primordial.

El bienestar del caballo nunca debe estar subordinado a influencias competitivas o comerciales. (FEI endurance rules, 2018)

#### 4. RESEÑA FISIOLÓGICA DEL EJERCICIO DE RESISTENCIA

Fisiología del ejercicio refiere a los estudios de cómo el caballo responde al ejercicio y cómo esas respuestas son modificadas luego de diferentes intervenciones. Tales intervenciones incluyen: entrenamiento, períodos de descanso, desentrenamiento, y cambios dietéticos.

La principal función productiva en caballos es el trabajo. Esto puede variar desde carreras de velocidades de hasta 60 km/hora para distancias cortas, hasta competencias de resistencia a velocidades mucho menores, o el trabajo de tiro donde los caballos transportan cargas pesadas durante cantidades variables de tiempo.

La fuerza motriz básica detrás de todos estos diferentes tipos de rendimiento equino es la conversión de energía del alimento, en energía mecánica para el movimiento muscular. Dado que los caballos no comen continuamente mientras hacen ejercicio, la energía del alimento debe almacenarse en el organismo para su posterior liberación. Hay varias formas de almacenamiento diferentes que el caballo puede utilizar, incluidos el glucógeno muscular y hepático, los triglicéridos intramusculares, las reservas musculares adicionales, así como el tejido adiposo. Muchos factores determinan la proporción de energía derivada de cada forma de almacenamiento, incluida la velocidad y la duración del trabajo, la alimentación, el estado físico, la composición de la fibra muscular y la edad del caballo. La capacidad de trabajo depende de la velocidad a la que los músculos suministran y usan energía para la contracción. Una molécula llamada adenosina trifosfato (ATP) se usa para producir actividad muscular. La forma más directa de formar ATP es mediante la escisión de otro compuesto, llamado fosfato de creatina (CP) (Hodgson, 1994).

El equino tiene pequeñas cantidades de ATP almacenado en los músculos. Estas reservas, junto con las reservas de creatín fosfato, son rápidamente utilizadas en pocos segundos luego de comenzado el ejercicio. Para que un caballo mantenga el ejercicio por más de unos segundos el mismo debe ser capaz de reponer ATP a un ritmo adecuado. Hay varias vías metabólicas que pueden ser usadas para contribuir con la re síntesis de ATP. La importancia de cada vía es determinada por la intensidad y duración del ejercicio.

Dos reacciones fundamentales re sintetizan el ATP:

- 1) La fosforilación oxidativa, que degrada carbohidratos, grasas y proteínas en energía (ATP) con la participación de oxígeno. El uso de oxígeno califica esto como una reacción aeróbica.
- 2) La glucólisis descompone la glucosa para generar ATP, generando como residuo ácido láctico. Esta reacción no usa oxígeno y se considera anaeróbica.

Cuando la demanda de energía es baja durante un ejercicio de baja velocidad, el metabolismo aeróbico es capaz de alcanzar los requerimientos para una continua re síntesis de ATP. El metabolismo aeróbico es entonces, la primera vía por la cual el ATP es regenerado durante el ejercicio de resistencia.

La capacidad del caballo de generar energía, mediante un metabolismo aeróbico es primariamente limitada por la disponibilidad de oxígeno en los músculos en ejercicio. Las limitaciones potenciales incluyen, funcionamiento de vías aéreas superiores, pulmones y sistema cardiovascular, y concentración de hemoglobina en sangre.

El entrenamiento potencia la capacidad de transporte de oxígeno al músculo, por lo tanto, aumenta la capacidad del animal de generar energía por vía aerobia.

El aporte energético durante el ejercicio no deriva de una única vía metabólica, sino que, por el contrario, hay una integración del metabolismo aeróbico, anaeróbico y de los sustratos energéticos metabolizados. El grado de integración metabólica va a depender del tipo de ejercicio al que está sometido el animal. (Boffi, 2007)

La energía derivada del desdoblamiento del ATP se utiliza por el organismo para el mantenimiento de la temperatura corporal, y por células nerviosas y musculares para importantes funciones. Estas incluyen, mantenimiento de la distribución normal de iones sodio y potasio, y diferentes funciones en la contracción y relajación de células musculares en ejercicio.

Este proceso es muy ineficiente y el 80% de la energía liberada de las reservas se libera como calor. Si este calor no es disipado la temperatura corporal se elevaría tanto que amenazaría la vida del animal. La principal manera de disipar el calor es por la evaporación del sudor. Por lo tanto puede haber situaciones de stress termorregulatorio cuando la producción de calor durante el ejercicio excede la capacidad de disipación, por ejemplo en condiciones climáticas adversas.

El sistema cardiovascular es de vital importancia durante el ejercicio para satisfacer la mayor demanda de los músculos trabajando mientras mantiene el flujo de sangre a la piel para poder disipar el calor, la respuesta para lograrlo es aumentando el gasto cardiaco.

Dentro de los problemas asociados al calor y el ejercicio se asocian problemas clínicos como síndrome de equino exhausto, flutter sincrónico diafragmático, stress calórico y rbdomiolisis. Situaciones que lleven al caballo a deshidratarse mucho, puede llevar a shock hipovolémico asociado a pérdida de electrolitos y agotamiento de las reservas energéticas lo que se conoce como síndrome de equino exhausto. Además de agua, el caballo pierde electrolitos a través del sudor como cloro, sodio, potasio y magnesio, con su consecuente reducción plasmática. Como consecuencia de estos desequilibrios electrolíticos pueden surgir los cuadros patológicos antes mencionados. (Hodgson, 1994)

“...para mantener un flujo circulante acorde con las necesidades del organismo, la bomba cardíaca puede latir en la especie equina a una frecuencia que varía entre los 28 y 45 (en reposo) y hasta los 215 y 240 lat./min (en ejercicio), pudiendo variar en función de la raza, peso, edad, condiciones climáticas, trabajo, altura, etc...” (Boffi, 2007)

La progresiva recuperación del pulso del caballo durante un periodo de espera o después de un ejercicio, es uno de los mejores indicadores de si un caballo ha manejado bien la carga de trabajo (Ridgway, 2008). La recuperación de FC a valores basales en el descanso es la principal medida objetiva de aptitud para continuar la

carrera. Los primeros 10 minutos del descanso son los de mayor capacidad informativa. Aquellos que llegan a presentar valores por debajo de 70/m, en los primeros 10 minutos del descanso, raramente llegan a mostrar signos de fatiga metabólica. (Acosta, 1995).

Según K.J. Ridgway los valores obtenidos de frecuencia cardíaca (FC) post ejercicio se pueden interpretar de la siguiente manera:

\* Si la FC supera los 72 latidos/min dentro de los 5-10 min de haber cesado el ejercicio, tanto la distancia como la velocidad superaron la tolerancia metabólica y nivel de entrenamiento. Debe descansar hasta que descienda a 64 latidos por minuto o menos. Si supera los 15 minutos se debe pensar en disminuir la velocidad y/o distancia para de esa manera disminuir la intensidad del ejercicio.

\* Si la recuperación cardíaca es de 60 lpm ( $\pm 4$ ) dentro de los 10 minutos de haber cesado el ejercicio, indica una buena recuperación, una adaptación a la exigencia del ejercicio.

\* Si la recuperación cardíaca es de 56 latidos por minuto o menos, indica que el nivel de ejercicio puede ser aumentado.

El Test de Ridgway o índice de recuperación cardíaca fue implantado por el Veterinario californiano Kerry Ridgway, y se usa como indicador de recuperación después del ejercicio. El índice de recuperación cardíaca (IRC) es medido en cada inspección veterinaria e involucra el examen y la toma de la FC como parte de la evaluación metabólica del caballo. Una vez que la frecuencia cardíaca ha sido medida, se detiene el reloj y se reinicia, teniendo el animal, que trotar 80 metros (40 de ida y 40 de vuelta) permitiendo así la evaluación locomotora. Al finalizar un minuto desde comenzado el trote, se mide nuevamente la FC. La diferencia entre la primera y segunda medida de FC es el índice de recuperación cardíaca o IRC. La medición de la primera FC puede ser realizada con estetoscopio o con un sistema electrónico aprobado para la medición de FC. La medición de la segunda FC del IRC debe ser realizada con estetoscopio. En esta medición la FC es medida durante un minuto entero, y el ciclo cardíaco es examinado en búsqueda de cualquier signo patológico que indique que el caballo no está en condiciones de continuar la competencia (Endurance Rules FEI 2018). Una diferencia de 8 o más latidos por minuto indica falta de recuperación que puede estar asociada con el estado de deshidratación, dolor muscular, cojera, etc. Este índice es solo indicativo y por sí solo no es evaluable ya que todavía no existen datos suficientes para que sea decisivo por sí mismo. El propósito de esta prueba es medir la fatiga en caballos. Este test se ha convertido en un estándar aprobado a nivel internacional (Castejón et al., 1994a).

#### **4.1 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO**

Existen numerosos factores que afectan el rendimiento de un equino en una prueba de Enduro, los cuales podemos clasificar en intrínsecos y extrínsecos

##### **INTRÍNSECOS:**

- Grado de entrenamiento: Los propietarios, entrenadores y veterinarios tienen una gran responsabilidad en este terreno, para convertir un caballo con buenas

condiciones genéticas en un atleta de alto nivel. El acondicionamiento muscular busca maximizar el rendimiento de las rutas metabólicas generadoras de energía y minimizar tanto las causas de fatiga periférica, como la disrupción muscular. Se han realizado estudios sobre los mecanismos que aseguran un elevado rendimiento deportivo, lo cual es de gran importancia en la eficacia del proceso de entrenamiento deportivo y el desarrollo de resistencia (López, 1995).

A efectos de este trabajo, y al estudiarse solamente carreras FEI, se garantiza un nivel de entrenamiento mínimo, dado por las pruebas clasificatorias reguladas que, según lo establecido por el reglamento FEI, tienen que completar los participantes previo a poder inscribirse en este tipo de competencias.

- Genética: Los caracteres de frecuencia cardíaca que tienen mayor heredabilidad son la frecuencia cardíaca previa, la frecuencia tras la tercera fase de una carrera, el incremento entre la frecuencia previa y tras la tercera fase y el ratio entre el valor tras la tercera fase y la frecuencia previa. Según Miguel de la Flor García (2014) la frecuencia cardíaca podría ser un parámetro útil en cuanto a la selección de individuos para mejorar los rendimientos en la disciplina hípica del enduro.
- Raza: está demostrado que los animales raza SPC y sus cruza, tienen mayor porcentaje de fibras de contracción rápida (tipo II) mientras que los animales de raza árabe y sus cruza, tienen mayor porcentaje de fibras de contracción lenta (I). En ambos casos, los porcentajes varían, según el tipo de entrenamiento al que son sometidos los animales atletas.  
No existe ninguna raza con condiciones específicas para esta disciplina, pero los caballos mayormente utilizados pertenecen a la raza árabe o sus cruza. Esto se debe a que dichos animales poseen un corazón voluminoso que le permite tener una buena carga sistólica. Además poseen músculos con una muy elevada proporción de fibras tipo I y IIA y elevada angiogénesis (Boffi, 2007, García, 1995). Fielding y col. (2011) encontraron que los caballos de razas Appaloosa, Cuarto de Milla y otras con mayor índice de masa corporal (en comparación con los árabes) tienen un mayor riesgo de eliminación. (Laens y Wünsch, 2014)
- Estado sanitario: este factor también se encuentra minimizado, dado el standard mínimo de salud del animal requerido para inscribirse y ser admitido como participante de cada competencia. La inspección previa veterinaria establecida por el reglamento FEI, determina que sean solo participantes aquellos atletas que presenten condiciones de salud y aptitud según el criterio del médico veterinario.
- Edad: Para poder competir en el Enduro los caballos deben tener al menos 5 años y calificar como novicios. Para participar en pruebas internacionales de 80 a 120 km los caballos deben tener al menos 6 años de edad, para 160 km deben tener al menos 7 años de edad, y para campeonatos mundiales al menos 8 años de edad. Todas las edades se determinan por la fecha del evento para el cual se procura la elegibilidad y deben ser confirmadas ya sea por registros confiables o por la opinión escrita de un veterinario, que podrá registrarse en los pasaportes. Se considera que los caballos cumplen años el 1º de enero (Reglamento de Enduro FEI, 2018).

## **EXTRÍNSECOS:**

- Jinete: la influencia de este factor es muy importante, dentro de los motivos se encuentran que dependiendo de la categoría son los kilos con los cuales compite el binomio. La categoría YR, compuesta por jinetes de entre 14 y 21 años compiten con peso libre, mientras que la categoría Senior debe competir con un mínimo de 75 kg. Debe considerarse asimismo la destreza del jinete y el conocimiento del mismo sobre el animal y las pistas.
- Clima: La disipación del calor endógeno se puede ver dificultada por las condiciones ambientales de temperatura y humedad desfavorables (Lindinger, 2008). Según Hodgson (1994) cuando el índice de confort (IC) excede 65 (especialmente si la humedad contribuye más del 50% del total), la pérdida de calor a través de la refrigeración por evaporación se ve gravemente comprometida, lo que significa que los caballos en las primeras etapas corrieron bajo condiciones ambientales de riesgo metabólico alto, para luego descender en las siguientes tres etapas obteniendo valores de riesgo metabólico moderados. Marlin y Col. 1999, afirman que, “con el aumento de la humedad ambiente, disminuye la eficiencia de la refrigeración por evaporación, dada la relativa saturación del aire con agua” (Laens y Wünsch, 2014)
- Tipo de pista: según Nagy et al (2010) es anticipado que terrenos difíciles (resbaladizo, demasiado fuerte, demasiado suave), o cambios repentinos de terreno pueden llevar a altas tasas de eliminación debido a cojeras, especialmente si la velocidad también es alta.

## **5. CHEQUEO VETERINARIO EN ENDURO.**

Los caballos son inspeccionados por veterinarios, y se controla la frecuencia cardíaca, el estatus metabólico y presencia de claudicaciones, de superar el animal el número de pulsaciones permitidas, o cualquier otra alteración que pueda poner en riesgo al equino, quedará imposibilitado de continuar.

- La frecuencia cardíaca es el primer parámetro que debe examinarse, es un criterio esencial para evaluar con precisión la recuperación y la aptitud del caballo para continuar. A los caballos con frecuencias cardíacas anormalmente altas, o frecuencias cardíacas más altas que los parámetros definidos en el cronograma, no se les permitirá continuar en la competencia.
- El estado metabólico se evaluará mediante el examen y registro de los parámetros que indican la aptitud del caballo para continuar. Incluye (pero no exclusivamente) membranas mucosas, tiempo de llenado capilar, hidratación, actividad intestinal, conducta e índice de recuperación cardíaca.
- Evaluación de la marcha: en las inspecciones veterinarias durante el curso de la competencia, será eliminado todo caballo con una irregularidad de la marcha, que debe ser consistentemente observable al trote o una marcha equivalente. (FEI Endurance Rules, 2018)

## 5.1 CAUSAS DE ELIMINACIÓN EN LA PRUEBA DE ENDURO

**Descalificación (DSQ):** Ocurre cuando un competidor es penalizado por el Jurado y removido de la competencia por la violación del Reglamento FEI de Enduro, del Reglamento General de la FEI, el Reglamento Veterinario de la FEI, o el ante programa de la competencia. Se utiliza cuando un jinete es descalificado, debido a abuso hacia un oficial, o crueldad hacia el caballo, etc. O cuando un caballo es considerado peligroso para sí mismo o para otros participantes, por romper las reglas con el fin de obtener una ventaja ilegal (tomar atajos, cambiar los caballos, alterar pesos, etc.)

**Fallo en clasificación para la siguiente etapa (FTQ):** Resulta cuando un competidor es removido de la competencia debido a que no pasa satisfactoriamente el examen veterinario, cuando no completa la etapa como es debido, o cuando no cumple con los requerimientos de tiempo de presentación.

**FTQ DNS:** el caballo pasa la primera inspección veterinaria pero no larga (debido a enfermedad o injuria del equino o jinete).

**FTQ GA:** Cuando un caballo falla en la clasificación debido a problemas de claudicación.

**FTQ ME:** cuando un equino falla en la clasificación debido a razones metabólicas, pero que no requieren tratamiento veterinario. Puede ser por causa de FC elevada, o cualquier otro disturbio metabólico.

**FTQ ME TR:** Cuando un equino falla en la clasificación por problemas metabólicos que requieren tratamiento veterinario.

El término “TR” se utiliza en conjunto con la causa por la que requirió tratamiento, por ej. “LA TR”, cuando un equino recibe tratamiento por una claudicación o por una herida que le causa claudicación, “ME TR”, cuando recibe tratamiento por un problema metabólico.

**FTQ MI:** (minor injury) resulta cuando el equino es eliminado a causa de una injuria menor.

**FTQ CI:** (catastrophic injury) se utiliza cuando un equino es eliminado debido a lesiones catastróficas.

**FTQ FTC:** fail to complete (falla en completar el recorrido).

**Retiro (RET):** resulta cuando un atleta voluntariamente se retira de la competencia, pero solo será considerado voluntario y retiro cuando el binomio haya finalizado correctamente todas las fases a ese punto, y una vez completada la fase en la que se encuentra haya pasado todas las inspecciones veterinarias requeridas que siguen a dicha fase, incluyendo la reinspección veterinaria. Se usa cuando un caballo completa satisfactoriamente la inspección veterinaria, pero el jinete decide no largar la siguiente etapa. El binomio solo puede retirarse una vez haya realizado la inspección correspondiente a la etapa que terminó. Si el jinete decide retirar el animal posterior a

su hora de largada, deberá volver a pasar por la inspección veterinaria, como si se tratase de la siguiente etapa. Si en esta inspección veterinaria el animal no se encuentra apto para continuar los códigos utilizados serán, FTQ GA o FTQ ME o lo que correspondiere al caso.

## **6. HIPÓTESIS**

6.1. Se puede predecir las probabilidades de eliminación de un equino, mediante ciertos parámetros de la etapa precedente como tiempo de recuperación cardíaca y Velocidad Promedio de la etapa, y el parámetro climático índice de confort.

6.2 La variable climática, índice de confort, influye en esta probabilidad.

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1. Objetivo General**

Evaluar la posibilidad de predecir la eliminación en la siguiente etapa a partir del tiempo de recuperación cardíaca y velocidad promedio en el control veterinario.

### **7.2. Objetivos Específicos**

7.2.1. Detectar precozmente los equinos “sub entrenados” midiendo parámetros como tiempo de recuperación cardíaca, frecuencia cardíaca y la velocidad promedio de cada etapa.

7.2.2. Detectar cual es el tiempo de recuperación cardíaca que predice la probabilidad de continuidad del equino en la etapa siguiente, y el grado de dicha probabilidad.

7.2.3. Evaluar la relación del índice de confort, y su influencia sobre el tiempo de recuperación cardíaca y la probabilidad de eliminación.

## **8. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **8.1. MATERIALES**

8.1.1. Se utilizaron las tarjetas de todos los equinos que compitieron en carreras FEI, en el año 2014 en Uruguay. 80km, 120km y 160km, un total de 877.

8.1.2. Pistas: se utilizaron las competencias Internacionales realizadas en el Hipódromo Ituzaingó, de la ciudad de Trinidad, departamento de Flores, y los realizados en Haras La Perseverancia, Costa Azul, Canelones.

### **8.2. MÉTODO**

Recabamos datos de las tarjetas de competición de cada equino en la Asociación Uruguay de Enduro Ecuestre.

Calculamos el índice de confort en cada carrera.

Registramos en tablas todos los datos de cada caballo por carrera.

Determinamos la relación que existe entre el tiempo de recuperación cardíaca y velocidad promedio por etapa con la eliminación o continuidad del equino en la etapa subsiguiente, mediante el uso de pruebas  $F$  y  $t$ , y test de ANOVA (análisis de varianzas).

Determinamos mediante regresión múltiple, la asociación entre las variables etapa, velocidad promedio y tiempo de recuperación cardíaca, con la probabilidad de clasificación o eliminación de un equino y las principales causas de eliminación (FTQ GA, FTQ ME, RET).

Determinamos a qué tiempo de recuperación cardíaca se pueden detectar equinos sub entrenados o con problemas mediante el cálculo del  $P_{75}$ .

## 9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

### 9.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL AÑO 2014

Durante el año 2014, año en que se sitúa este estudio, entre los meses de marzo a diciembre, se realizaron en Uruguay 11 eventos FEI de Enduro, 6 de ellos se realizaron en La Perseverancia, Canelones, y 5 en Trinidad, Flores.

Cada evento FEI contó con por lo menos 4 carreras, 120 km categoría Senior, 120 km categoría Young Rider, 80 km categoría Senior y 80 km categoría Young Rider, pero también se llevaron a cabo 5 eventos FEI con carreras de 160 km categoría Senior, en los primeros meses del año.

El total de participantes de la mencionada temporada fue de 877, con un total de 541 equinos clasificados y 336 eliminados por diferentes motivos, como se muestra en el gráfico 1.



Gráfico 1: Totales Año 2014

Si analizamos los resultados por motivos de eliminación, obtenemos 211 binomios eliminados por claudicación (FTQ GA), 64 por causas metabólicas (FTQ ME), 20 se retiraron voluntariamente de la competencia (RET) y 41 fueron eliminados por otros motivos (DISQ, FQ Horse Injury, FQ Rider Injury, etc..) Ver Gráfico 2.



Gráfico 2: distribución de los eliminados según los motivos de eliminación más comunes durante el año en estudio.

Analizando los eliminados por evento, obtenemos los siguientes resultados que se muestran en Tabla 1 y Gráfico 3.

<i>SEDE</i>	<i>FQ GA</i>	<i>FQ ME</i>	<i>RET</i>	<i>OTROS</i>
<b><i>Trinidad Marzo</i></b>	77,27	13,64	0,00	9,09
<b><i>Costa Azul Abril</i></b>	57,69	23,08	7,69	11,54
<b><i>Trinidad Mayo</i></b>	62,50	15,63	9,38	12,50
<b><i>Costa Azul Mayo</i></b>	80,00	0,00	10,00	10,00
<b><i>Trinidad Junio</i></b>	68,97	6,90	13,79	10,34
<b><i>Costa Azul Julio</i></b>	68,97	20,69	3,45	6,90
<b><i>Trinidad Agosto</i></b>	60,00	20,00	0,00	20,00
<b><i>Costa Azul Setiembre</i></b>	56,25	31,25	9,38	3,13
<b><i>Trinidad Octubre</i></b>	48,57	31,43	8,57	11,43
<b><i>Costa Azul Noviembre</i></b>	62,50	18,75	3,13	15,63
<b><i>Costa Azul Diciembre</i></b>	66,67	12,50	0,00	20,83

Tabla 1. Distribución de los eliminados por motivo en cada evento, resultados expresados en porcentaje %.

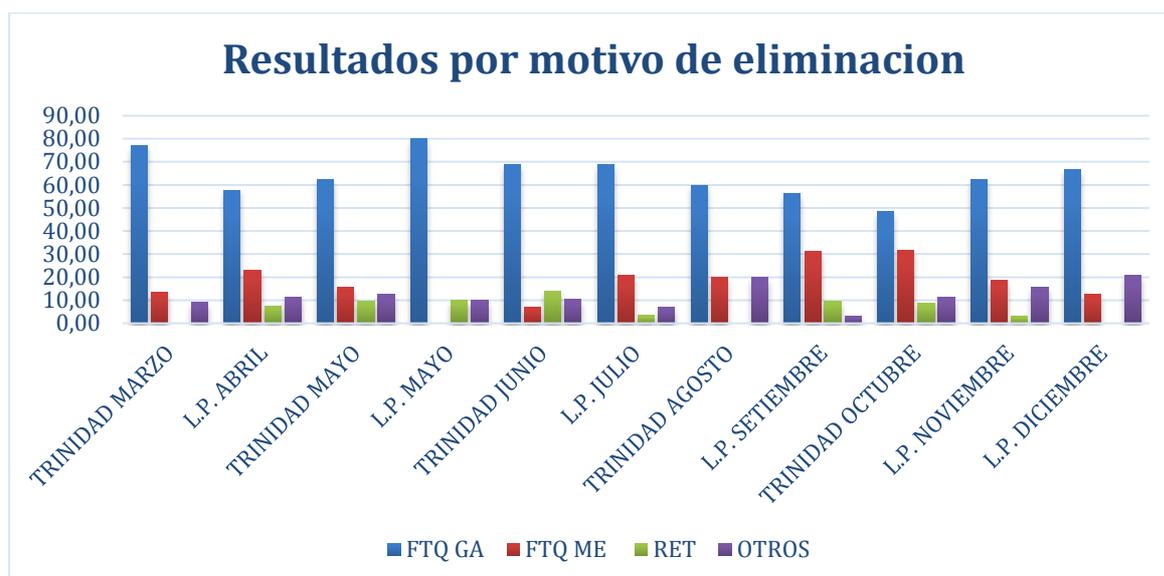


Gráfico 3. Distribución de los eliminados por motivo de eliminación en cada evento realizado durante el año en estudio, en porcentaje.

Podemos observar que no hay diferencias significativas por sede ( $P = 0,817$ ) en cuanto a los motivos de eliminación, siendo en ambas sedes la claudicación el motivo de eliminación con mayores porcentajes.

## 9.2 ANALISIS DE DATOS POR DISTANCIA Y CATEGORÍA DE LA COMPETENCIA

Si los datos se analizan por distancia final de la prueba, en las de 160 km nos encontramos con 15 binomios participantes durante todo el año, de los cuales 10 clasificaron, 1 fue eliminado por claudicación (FTQ GA), 2 por causas metabólicas (FTQ ME), 1 retirado (RET), y 1 por otros motivos.

En competencias de categoría Senior de 120 km participaron 189 binomios, de los cuales 93 completaron satisfactoriamente el recorrido y clasificaron, y 59 fueron eliminados por motivos de claudicación (FTQ GA). 13 binomios fueron eliminados por causas metabólicas (FTQ ME), 11 retirados (RET), y 13 por otros motivos.

Las carreras de 120 km de categoría Young Rider, tuvieron un total de 84 competidores de los cuales 50 clasificaron, 16 fueron eliminados por motivos de claudicación (FTQ GA), 10 por motivos metabólicos (FTQ ME), 1 retirado (RET), y 7 por otros motivos.

En carreras de 80 km categoría Senior, compitieron 365 binomios, clasificando 232, siendo 88 eliminados por motivos asociados a claudicación (FTQ GA), 25 por causas metabólicas (FTQ ME), 6 retirados (RET), y 14 por otros motivos.

En categoría Young Rider, carreras de 80 km, compitieron 223 binomios, de los cuales 155 clasificaron y 47 fueron eliminados por motivos asociados a claudicación (FTQ GA), 14 por causas metabólicas (FTQ ME), 1 retirado (RET), y 6 por otros motivos.

Ver Gráfico 4.

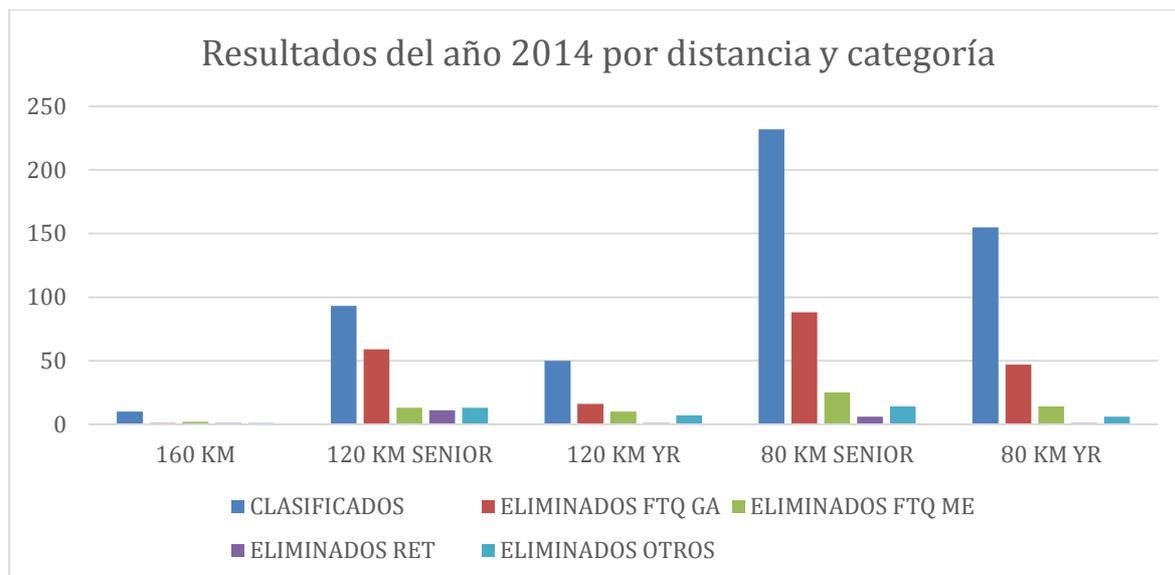


Grafico 4. Resultados generales del año en estudio, según distancia de la prueba y categoría de la misma, en porcentaje.

### 9.3 ANÁLISIS DE DATOS SEGUN MOTIVO DE ELIMINACIÓN POR ETAPA EN LAS DIFERENTES CATEGORIAS Y DISTANCIAS DE COMPETENCIA

#### Porcentaje de eliminados por etapa y categoría

Las carreras de 160 km son carreras que se realizan en 6 etapas.

En el año en estudio, no hubo equinos eliminados en la primera etapa, mientras que un 40% fue eliminado en la segunda etapa, un 20% en la tercera al igual que en la cuarta, ninguno durante la quinta etapa y el restante 20% fue eliminado en la última etapa.

Las competencias que se desarrollan sobre 120 km se realizan en 5 etapas, y los datos se presentan por categoría.

Durante el año 2014, en categoría Senior fueron 96 los eliminados en esta distancia, de los cuales 16,67% fueron eliminados en la primera etapa, 28,13% en la segunda, 30,21% en la tercera etapa, 13,54% eliminados en la cuarta, y 11,46% en la quinta y última etapa.

En Young Rider, de un total de 34 eliminados, un 14,71% fueron eliminados en la primera etapa, 35,29% en la segunda, 20,59% en la tercera, 17,65% en la cuarta etapa y 11,76% en la última etapa.

Las pruebas de 80 km se disputan en 3 etapas.

El año en estudio tuvo, 136 eliminados en competencias de 80 km en categoría Senior, de los cuales 38,24% fueron eliminados en la primera etapa, un 39,71% en la segunda y un 22,06% en la tercera.

Cuando analizamos categoría Young Rider, hay un total de 68 eliminados, habiendo un 25% de eliminados en la primera etapa, y un 52,94% en la segunda, y 22,05% en la tercera.

Ver Tabla 2 y Gráfico 5.

	160 KM	120 S	120 YR	80 S	80 YR
<b>Eliminados 1<sup>a</sup></b>	0	16,67	14,71	38,24	25
<b>Eliminados 2<sup>a</sup></b>	40	28,13	35,29	39,71	52,94
<b>Eliminados 3<sup>a</sup></b>	20	30,21	20,59	22,06	22,06
<b>Eliminados 4<sup>a</sup></b>	20	13,54	17,65		
<b>Eliminados 5<sup>a</sup></b>	0	11,46	11,76		
<b>Eliminados 6<sup>a</sup></b>	20				

Tabla 2. Distribución de los eliminados por etapa en cada categoría, en porcentaje.

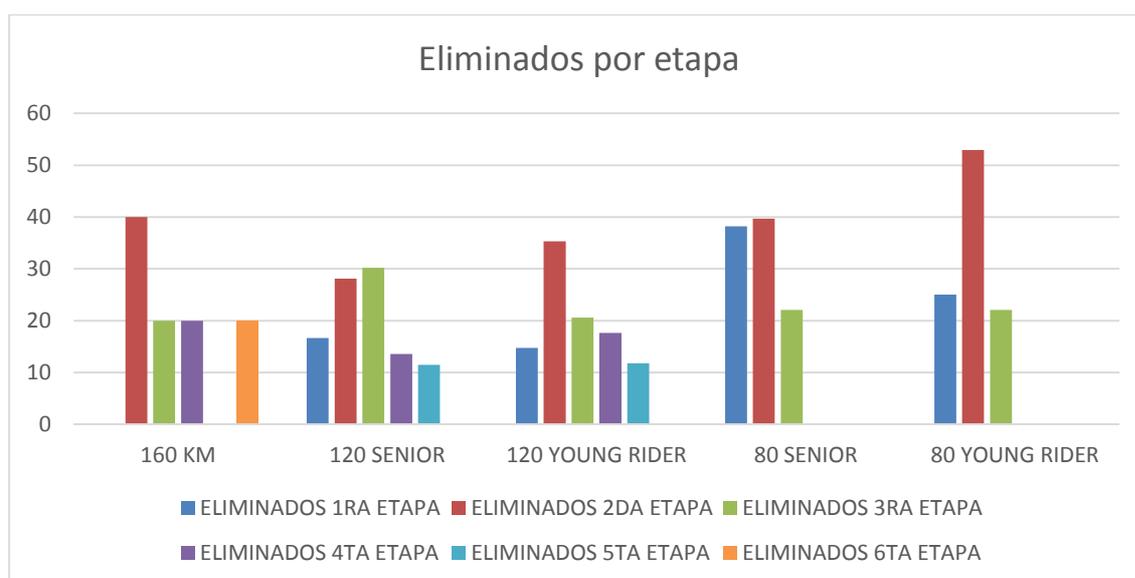


Gráfico 5. Distribución de los eliminados por etapa, según distancia y categoría, en porcentaje.

### **Porcentaje de eliminados por motivo de eliminación según la categoría**

En carreras de 160km, hubo un total de 33,33% de eliminados, de los cuales un 20% fueron FTQ GA, un 40% FTQ ME, 20% RET y 20% otros.

En 120 km Senior, los eliminados totales fueron 50,79%, de los cuales 61,46% FTQ GA, 13,54% FTQ ME, 11,46% RET y 13,54% otros.

En 120 km Young Rider, hubo un 40,48% de eliminados, siendo FTQ GA un 47,06%, FTQ ME 29,41% y 2,94% RET, y 20,59% otros.

En carreras de 80 km categoría Senior, un 36,44% fueron eliminados, dentro de los cuales encontramos un 66,16% FTQ GA, un 18,80% FTQ ME, un 4,51% de RET, y 10,53% de otros.

En 80 km Young Rider, se presentó un total de eliminados de 30,49%, de los cuales un 69,12% fueron FTQ GA, 20,59% fueron FTQ ME, 1,47% RET, y 8,82% otros.

Ver Tabla 3 y Gráfico 6.

	CLASIFICADOS	ELIMINADOS			
		FTQ GA	FTQ ME	RET	OTROS
<b>160 KM</b>	66,67	6,67	13,33	6,67	6,67
<b>120 KM Senior</b>	49,21	31,22	6,88	5,82	6,88
<b>120 KM Young Rider</b>	59,52	19,05	11,9	1,19	8,33
<b>80 KM Senior</b>	63,56	24,11	6,85	1,64	3,84
<b>80 KM Young Rider</b>	69,51	21,08	6,28	0,49	2,69

Tabla 3. Porcentajes de eliminados por motivo de eliminación según categoría.

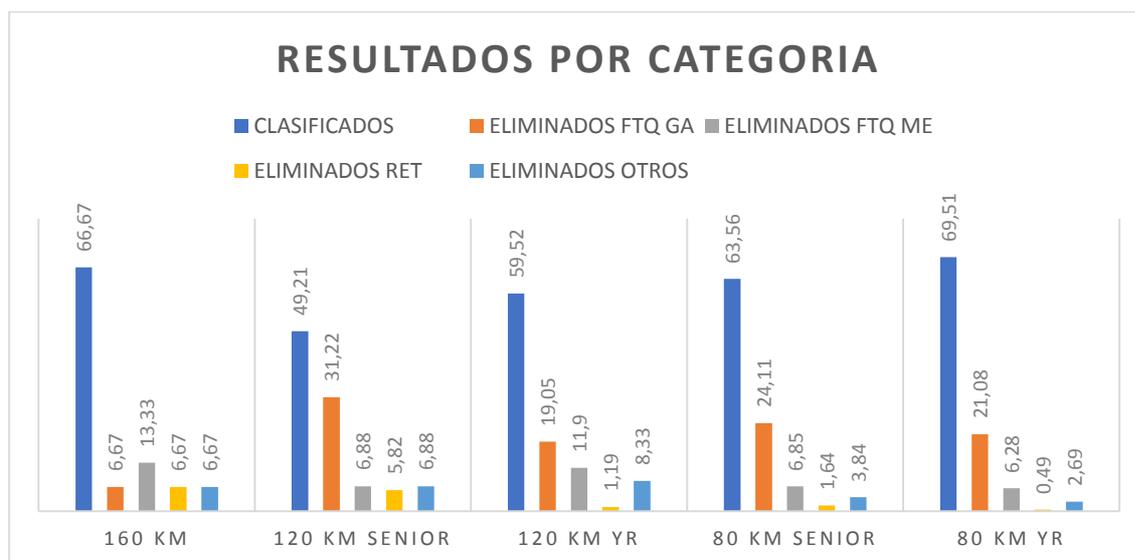


Gráfico 6. Resultados por categoría expresados en porcentaje.

## 10. RESULTADOS

### 10.1 ANÁLISIS DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN CARDÍACA EN 120 KM

Para analizar los tiempos de recuperación cardíaca (TRC) de 120 km, dividimos los datos entre clasificados y eliminados, para poder establecer las medias de TRC, y compararlas entre sí por etapa. Para los eliminados tomamos en cuenta el TRC en la etapa anterior a quedar eliminado (n-1), y para los clasificados tomamos en cuenta el TRC de todas las etapas, para luego comparar los TRC de cada etapa para cada resultado (clasificado o eliminado). Ver tablas 4 y 5. Ver Gráfico 7.

Clasificados	TRC 1	TRC 2	TRC 3	TRC 4
<b>Media</b>	240	278	336	406
<b>Mediana</b>	201	230	305	360
<b>Desvío</b>	130	148	173	221

Tabla 4. Estadística descriptiva del TRC de los clasificados de 120 km en cada etapa, en segundos.

	TRC 1 elim 2	TRC 2 elim 3	TRC 3 elim 4	TRC 4 elim 5
<b>Media</b>	324	364	354	491
<b>Mediana</b>	232	310	311	431
<b>Desvío</b>	245	202	170	230

Tabla 5. Estadística descriptiva del TRC<sub>(n-1)</sub> de los eliminados de 120 km en cada etapa, en segundos.

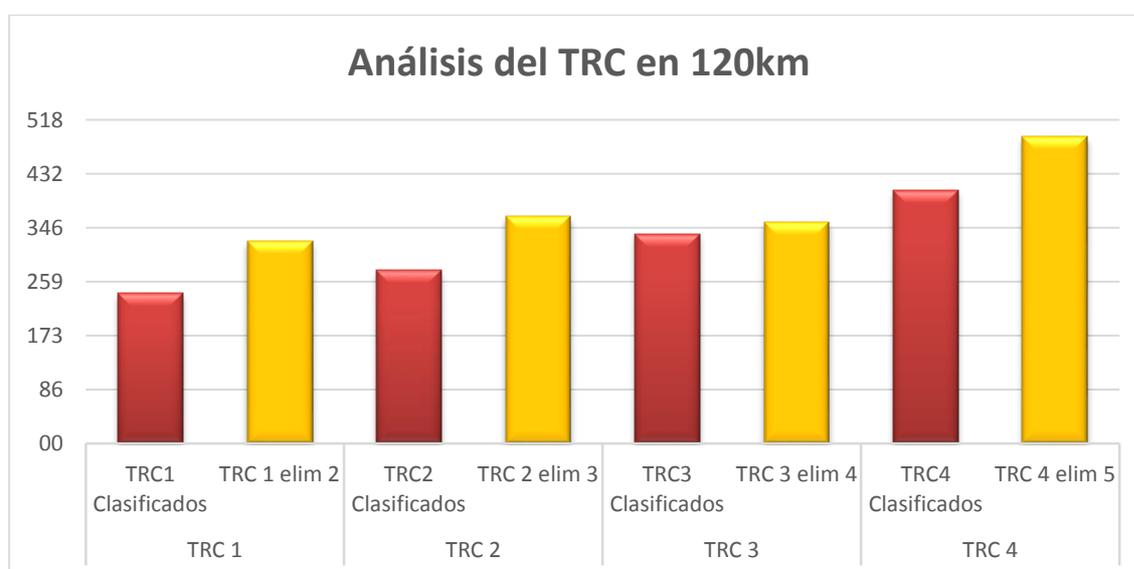


Gráfico 7. Comparación de las medias de TRC de los clasificados y eliminados por etapa en carreras de 120 km, en segundos.

Podemos apreciar que las medias de los TRC de los eliminados son mayores que las medias de los TRC de los clasificados.

Comparando los TRC de los clasificados y los eliminados por etapas, realizada una prueba F para varianzas de dos muestras, y luego a una prueba t para varianzas iguales o desiguales, concluimos que, en las primeras dos etapas, hay diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre una clase y otra (eliminados, y clasificados), mientras que en la tercera y cuarta etapa no existen estas diferencias.

Considerados los eliminados por etapa según el motivo de eliminación, agrupando los eliminados por claudicación (FTQ GA) y los eliminados por motivos metabólicos (FTQ ME), para comparar los TRC de los dos motivos de eliminación más importantes de una carrera de Enduro. Los resultados se observan en la Tabla 6 y Gráfico 8.

	TRC 1 elim 2		TRC 2 elim 3		TRC 3 elim 4		TRC 4 elim 5	
	GA	ME	GA	ME	GA	ME	GA	ME
<b>Media</b>	255	684	339	421	362	353	459	586
<b>Mediana</b>	185	647	288	487	314	314	400	530
<b>Desvío</b>	158	408	197	193	188	152	234	226

Tabla 6. Comparación del  $TRC_{(n-1)}$  de los eliminados por motivos locomotores (GA) y los eliminados por causas metabólicas (ME) en 120 km, en segundos.

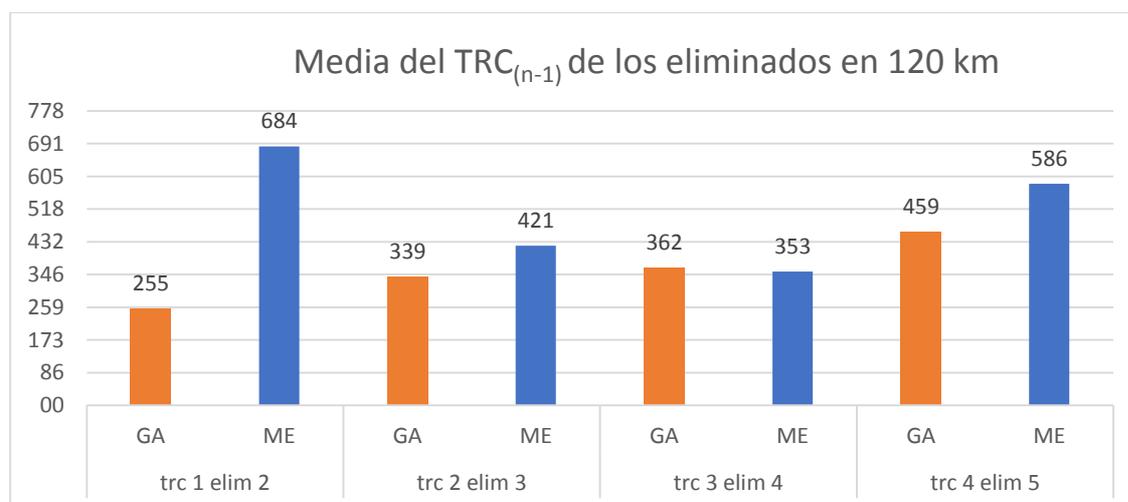


Gráfico 8. Comparativa del  $TRC_{(n-1)}$  de los eliminados por motivos locomotores o metabólicos por etapa en 120 km, en segundos.

Con el fin de determinar si existían diferencias significativas entre los TRC de los animales clasificados, y los eliminados, discriminados por principales motivos de eliminación (GA Y ME), se realizó una prueba de ANOVA (análisis de varianzas) con los TRC de cada etapa.

El resultado de esta arrojó una diferencia significativa en la etapa 1 ( $P= 0,00000$ ) y en la etapa 2 ( $P= 0,02525$ ), no así en las etapas siguientes.

## 10.2 ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD EN 120 KM

Analizamos la velocidad promedio (VP) de todos los equinos que compitieron en 120 km, y para eso calculamos las medias de la VP por etapa para los equinos clasificados y las medias de la VP de los eliminados en la etapa anterior. Ver Tabla 7 y Gráfico 9.

	VP ETAPA 1	VP ETAPA 2	VP ETAPA 3	VP ETAPA 4
<b>CLASIFICADOS</b>	<b>20,36</b>	<b>19,48</b>	<b>19,07</b>	<b>17,95</b>
<b>ELIMINADOS</b>	<b>19,95</b>	<b>19,20</b>	<b>19,04</b>	<b>18,26</b>

Tabla 7. Velocidades promedio clasificados y eliminados 120 km, en km/h.

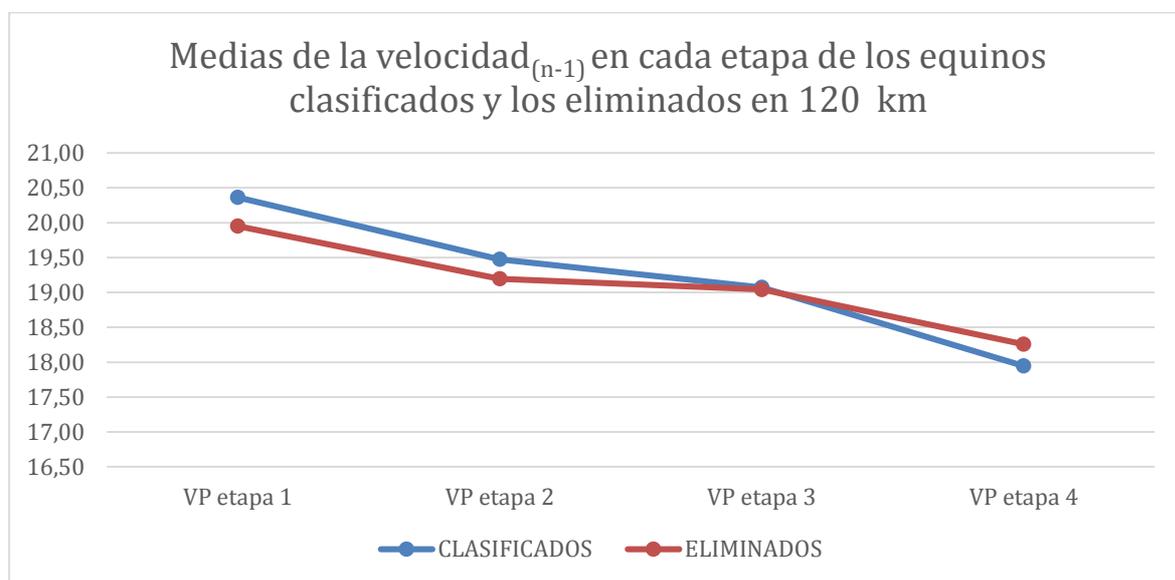


Gráfico 9. Velocidades promedio en cada etapa de clasificados y eliminados en 120 km, expresadas en km/h.

Sometidos los valores de VP por etapa a una prueba F para varianza de dos muestras, en las carreras de 120 km considerando eliminados por cualquier motivo y clasificados, no se encontró una diferencia que se pudiera considerar significativa entre los registros de velocidad, en ninguna de las 4 etapas ( $P > 0,05$ ), lo cual se evidencia claramente en el gráfico 9.

## 10.3 REGRESIÓN MÚLTIPLE EN 120 KM

Para evaluar la influencia del TRC, la etapa, y la VP en la eliminación de un equino, realizamos una regresión múltiple, con estos factores considerados variables independientes, siendo las dependientes el resultado final, la clasificación o no, y el motivo de la no clasificación si corresponde.

Cuando asociamos todas las variables juntas, el resultado obtenido nos determina que existe una asociación menor, pero estadísticamente significativa ( $P=0,000$ ) entre el  $TRC_{(n-1)}$  y la probabilidad de eliminación.

Este grado de asociación no es tal cuando consideramos la velocidad promedio como variable independiente.

El modelo se explica igualmente en un 11,78% de los casos, cuando tomamos en cuenta todos los motivos de eliminación y los clasificados.

Si no consideramos los motivos de eliminación FTQ GA, RET y OTROS, el resultado de la regresión nos arroja una asociación significativa ( $P=0,000$ ) entre el TRC y las causas de eliminación FTQ ME y FTQ GA ME, explicándose el modelo en un 40,8% de los casos.

Si solamente tomamos en cuenta los FTQ ME y los clasificados como variables dependientes, entonces seguimos encontrando una asociación significativa con el TRC ( $P=0,000$ ), explicándose el modelo en un 57,32%.

Realizada la regresión lineal correspondiente a cada etapa, encontramos una asociación significativa entre el TRC y la probabilidad de ser eliminado en las etapas 1 y 2, siendo esta asociación desde el punto de vista estadístico, poco importante con un valor de determinación menor a un 11%.

Al tratarse de un modelo biológico, con variables que son fruto de la observación asumimos una distribución normal de los valores, con lo cual nos abocamos a determinar el  $P_{75}$ , en el entendido que por encima del mismo la probabilidad de eliminación es la mayor que se puede dar.

El  $P_{75}$  calculado, se asemejó a la suma de media y desvío estándar con lo cual le damos mayor relevancia aún al valor obtenido que se observa en Tabla 8.

<b>Etapa 1</b>	<b>Etapa 2</b>	<b>Etapa 3</b>	<b>Etapa 4</b>
324	394	456	521,75

Tabla 8.  $P_{75}$  del TRC por etapa en 120 km, expresado en segundos.

Calculada la proporción de eliminación de los equinos cuyos valores de TRC se encontraban por encima del  $P_{75}$  correspondiente a cada etapa, los resultados fueron los expresados en la Tabla 9.

<b>Etapa</b>	<b>Porcentaje</b>
1	22,58%
2	19,05%
3	13,15%
4	15%

Tabla 9. Porcentaje de animales por encima del  $P_{75}$  por etapa en 120 km.

#### **10.4 ANÁLISIS DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN CARDÍACA EN 80 KM**

En 80 km, enfrentados los TRC de los clasificados con los eliminados en las dos etapas, mediante una prueba F de varianza de dos muestras, al ser  $P > 0,05$  se realiza una prueba t para varianzas iguales, dando ésta como resultado un valor mayor a

0,05, por lo tanto, podemos afirmar que no hay diferencias significativas entre el  $TRC_{(n-1)}$  de los eliminados y de los clasificados. Ver Tablas 10 y 11. Ver Gráfico 10.

Clasificados	TRC 1	TRC 2
Media	289	372
Mediana	261	321
Desvío	154	207

Tabla 10. Estadística del TRC de los clasificados en 80 km en cada etapa, en segundos.

Eliminados	TRC 1 Elim 2	TRC 2 Elim 3
Media	281	392
Mediana	216	333
Desvío	148	226

Tabla 11. Estadística  $TRC_{(n-1)}$  de los eliminados de 80 km en cada etapa, en segundos.

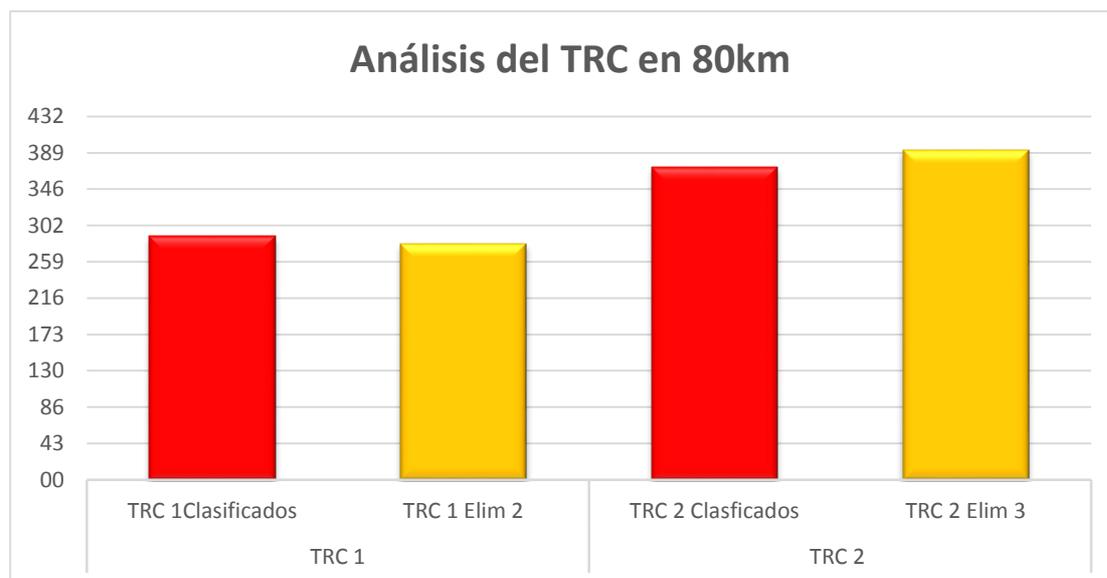


Gráfico 10. Comparación de la media del TRC de los clasificados en cada etapa con el  $TRC_{(n-1)}$  de los eliminados, en pruebas de 80 km, en segundos.

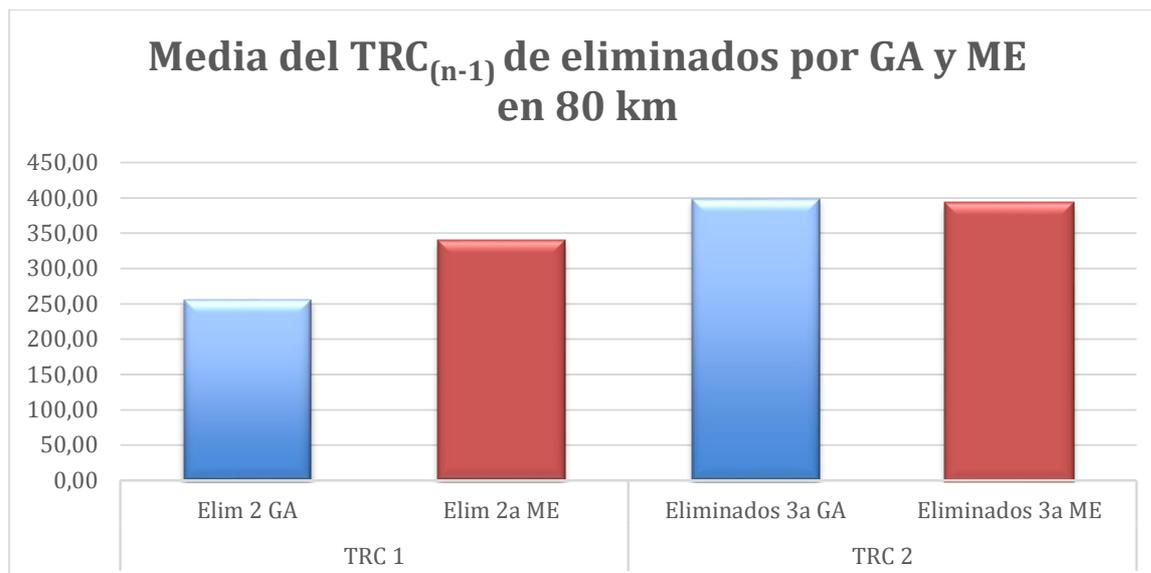


Gráfico 11. Media del TRC<sub>(n-1)</sub> de los eliminados por motivos metabólicos y de claudicación en 80 km, en segundos.

Con el fin de determinar si existían diferencias significativas entre los TRC de los animales clasificados, y los eliminados, discriminados por principales motivos de eliminación (GA y ME), se realizó una prueba de ANOVA con los TRC para cada etapa.

Dicha prueba arrojó como resultado que, a pesar de considerar los motivos de eliminación por separados, siguen sin evidenciarse diferencias significativas en las medias de los TRC de los caballos eliminados (en todas las etapas) con los clasificados ( $P > 0,05$ ).

### 10.5 ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD EN 80 KM

Analizamos la velocidad promedio de todos los equinos que compitieron en 80 km, con el mismo criterio que para los competidores de 120 km, considerando clasificados y eliminados.

Los resultados se muestran en tabla 12 y gráfico 12.

	VP ETAPA 1	VP ETAPA 2
<b>CLASIFICADOS</b>	<b>19,63</b>	<b>18,53</b>
<b>ELIMINADOS</b>	<b>19,50</b>	<b>20,14</b>

Tabla 12. Velocidades Promedio por etapa de clasificados y eliminados en 80 km, en km/h.

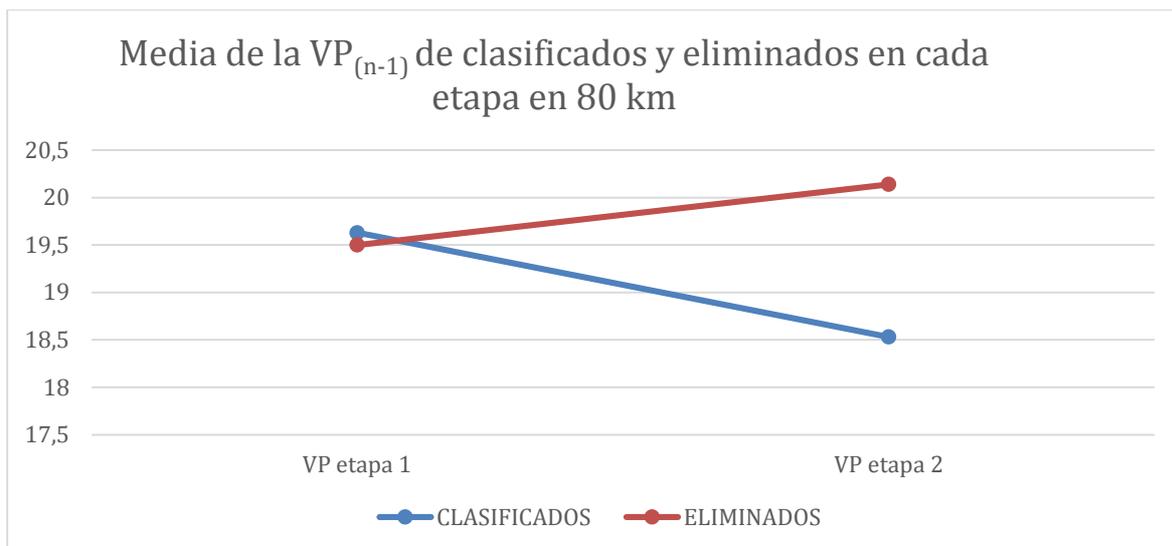


Grafico 12. Velocidades promedio por etapa de clasificados y eliminados en 80km, en km/h.

Sometida la VP a una prueba F de varianza de dos muestras, considerando a los clasificados y los eliminados sin discriminar motivo de eliminación, encontramos que en las dos etapas existen diferencias significativas entre los dos grupos de valores ( $P=0,0075$  y  $P= 0,0002$ ). Las diferencias son las apreciables en el gráfico 12.

### 10.6 REGRESIÓN MÚLTIPLE EN 80 KM

En las mismas condiciones que la realizada para las pruebas de 120 km, realizamos la regresión para los datos correspondientes a las pruebas de 80 km.

Cuando asociamos todas las variables juntas, obtenemos que el TRC se asocia con el resultado de la competencia de manera significativa ( $P=0,000$ ), lo cual se cumple en un 6,7% de los casos.

Al quitar los eliminados por FTQ GA, RET y OTROS, el grado de esta asociación sigue siendo significativa ( $P=0,000$ ), cumpliéndose en un 38,34% de los casos, y cuando solo consideramos clasificados y FTQ ME, aumenta el grado en que se explica el modelo en un 41,34%.

En la misma base que para las carreras de 120 km, entendimos importante el cálculo de un valor de  $P_{75}$  para las competencias de 80 km, resultando lo que se muestra en tabla 13.

Etapa 1	Etapa 2
369	504,5

Tabla 13. Valores  $P_{75}$  del TRC (s) por etapa

Calculada la proporción de eliminación de los equinos cuyos valores de TRC se encontraban por encima del  $P_{75}$  correspondiente a cada etapa, los resultados se muestran en la tabla 14.

Etapa	Porcentaje
1	15,45%
2	11,46%

Tabla 14. Porcentaje de animales por encima del P<sub>75</sub> por etapa en 80 km.

## 10.7 ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE CONFORT EN RELACIÓN A LOS ELIMINADOS

En el análisis del índice de confort, siendo éste  $[IC= T^{\circ} + (H\%/1,8)]$ , se realizó una prueba de chi cuadrado, comparando solamente los eliminados metabólicos, tanto en pruebas de 80 km como de 120 km, con los IC obtenidos con los datos aportados por Inumet para las estaciones meteorológicas de Trinidad, y Aeropuerto de Carrasco, siendo ésta la más cercana a la sede de Costa Azul, Canelones.

Tomando en cuenta los rangos establecidos por Jones (2009) de índice de confort, donde se los estratifica en Bajo, Moderado y Alto, se calcularon las frecuencias según estas categorías y a partir de las mismas se obtuvo como resultado que no existieron diferencias significativas entre las proporciones de clasificados y de eliminados que se puedan adjudicar a otro efecto que no sea el azar (Ver Tabla 15 y Gráficos 13 y 14).

	Riesgo metabólico bajo		Riesgo metabólico moderado		Riesgo metabólico alto	
	Clasificados	FTQ ME	Clasificados	FTQ ME	Clasificados	FTQ ME
120 km	23	6	79	14	44	6
80 km	37	2	265	32	94	12

Tabla 15. Frecuencias de animales según riesgo metabólico discriminando eliminados de clasificados por distancia

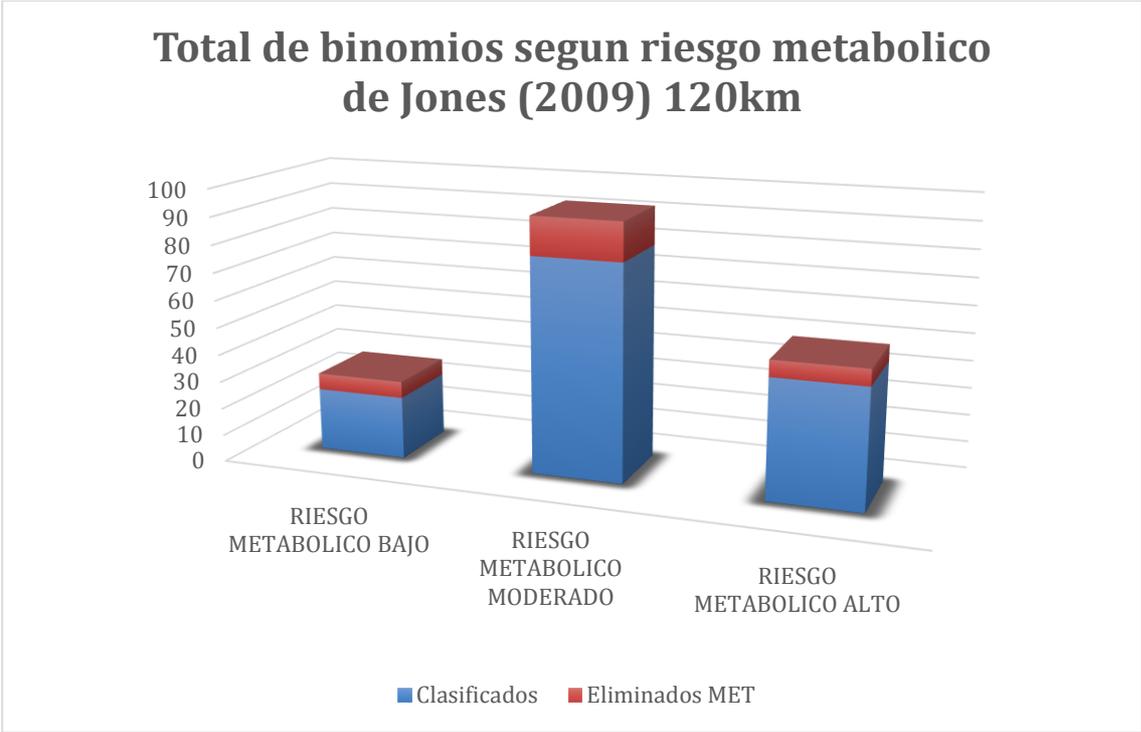


Gráfico 13. Total de binomios según riesgo metabólico en 120 km.

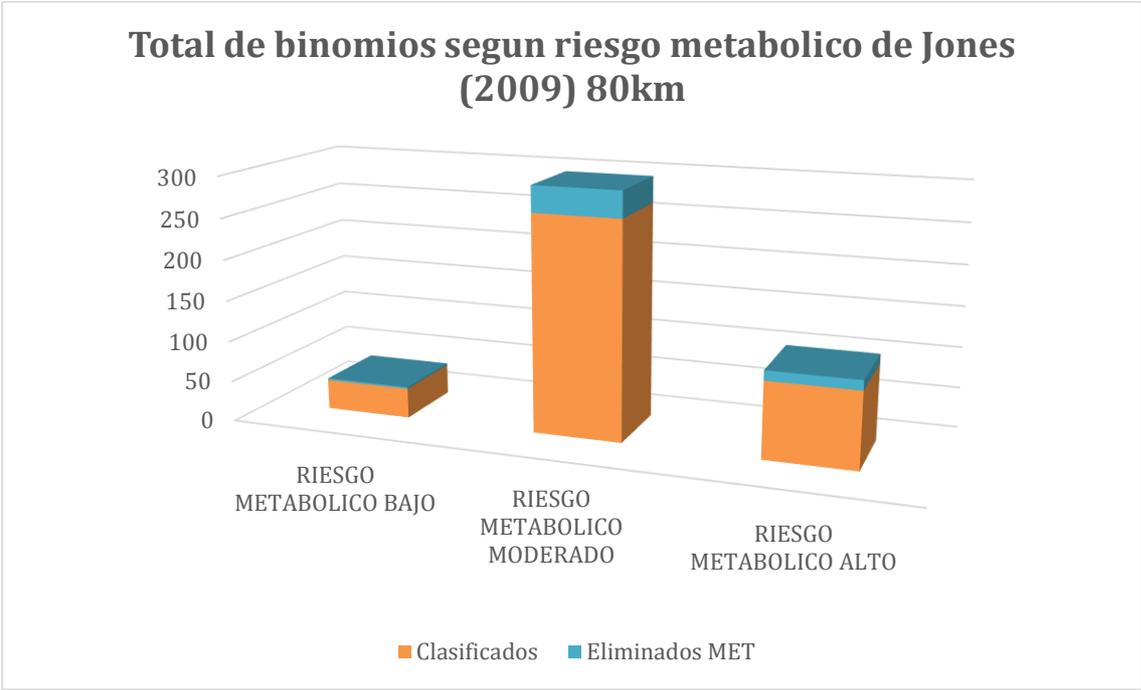


Gráfico 14. Total de binomios según riesgo metabólico en 80 km.

## 11. DISCUSIÓN

El Enduro es el deporte ecuestre de mayor crecimiento en Uruguay en los últimos años. En nuestro país, se realizan anualmente entre 11 y 12 competencias FEI, con jinetes nacionales e internacionales, al tener Uruguay una competencia interna de alto nivel.

En el 2014, año que se sitúa nuestro estudio, corrieron carreras FEI 844 binomios, con un porcentaje de clasificación del 62% y un porcentaje de eliminación de 38%, de los cuales un 24% fue eliminado por problemas locomotores (FTQ GA), un 7.32% por problemas metabólicos (FTQ ME), un 2.30% fueron retirados voluntariamente (RET), y un 4,68% fueron eliminados por otros motivos (descalificados por peso, por incumplimiento de las reglas, por injurias del jinete, etc.). Comparando estos resultados con los obtenidos por Nagy et al, en el año 2010, en el cual realizaron un estudio preliminar de eliminación en Enduro, comparando 9 países, entre ellos Uruguay, se evidencia que el porcentaje de equinos clasificados ha aumentado considerablemente, ya que, en el año 2008, el porcentaje de equinos clasificados en carreras de más de 100 km en nuestro país fue de 46,3%, con un 53,7% de equinos que fallaron en su clasificación por diferentes motivos. Esta notoria mejora se puede deber aun mayor desarrollo del profesionalismo en el entrenamiento, a un mayor conocimiento del deporte, a una mayor atención al bienestar animal, y/o a mejoras en la educación de jinetes, propietarios y entrenadores, entre otros factores.

Estudios a nivel mundial arrojan como resultado que la razón más común para la eliminación es la claudicación, seguida de la eliminación por razones metabólicas (Burger y Dollinger, 1998; Langlois y Robert, 2008; Nagy et al., 2014a, 2014b; Younes et al., 2015). En el estudio global a gran escala de 30.741 caballos en competencias FEI, el 30.0% de los caballos iniciados fueron eliminados por cojera y el 8,7% por razones metabólicas (Nagy et al., 2014a).

En las carreras mas largas del calendario, de 160 km el promedio de clasificados fue de 66,67%, con un 33,33% de eliminados, siendo la mayoría de ellos por FTQ ME (13,67%).

En 120 km Senior, es la categoría en la que nos encontramos con un mayor porcentaje de eliminación, 50,79%, siendo el 31,22% eliminados por FTQ GA.

En 120 km categoría Young Rider, el porcentaje de eliminación fue de 40,48%, siendo FTQ GA el motivo más recurrente 19,05%.

En 80 km Senior clasificaron un 63,56%, 24,11% de eliminados por FTQ GA, de un total de 36,44% de eliminados.

La categoría con mayor porcentaje de clasificación fue 80 km Young Rider, con 69,51% de clasificados, 30,49% de eliminación siendo FTQ GA el motivo que más se repitió con un 21,08%.

Estos resultados concuerdan con el estudio de Nagy et al, quienes, mediante el análisis de variables individuales, demostraron que los Young Riders eran menos susceptibles a ser eliminados por claudicación (OR=0,8, P=0,046) que los Senior.

En las carreras de 160 km la etapa que presentó mayor porcentaje de eliminados fue la segunda con un 40% del total. En 120 km Senior, la etapa con mayor porcentaje de eliminación fue la tercera con un 30,21% del total. En 120 km Young Rider, sin embargo, la etapa con mayor eliminación fue la segunda con un 35,29% del total.

En 80 km Senior y Young Rider, la etapa más riesgosa fue la segunda con 39,71% y 52,94% de eliminados respectivamente.

Nuestra hipótesis plantea que se puede predecir la eliminación de un equino en la etapa siguiente a un chequeo, mediante el análisis del tiempo de recuperación cardíaca en el mismo.

Para ello realizamos un análisis exhaustivo del TRC en cada etapa para todos los caballos clasificados, y en la etapa anterior a la eliminación de cada equino eliminado. Analizamos el TRC de todas las etapas excepto de la última, ya que nuestro estudio se centra en el TRC de la etapa anterior a clasificar o quedar eliminado. En los caballos que clasificaron en 120 km, la media del TRC en la primera etapa es de 4', en la segunda etapa es de 4'38'', en la tercera etapa es de 5'36'' y en la cuarta etapa es de 6'46''.

Para analizar los eliminados, fueron descartados los de la primera etapa, ya que no tenemos un valor de referencia que pudiéramos usar como  $TRC_{(n-1)}$ . Los eliminados en la segunda etapa presentaron un  $TRC_1$  de 5'24'', los eliminados en la tercera un  $TRC_2$  de 6'4'', los animales eliminados en la cuarta etapa un  $TRC_3$  5'54'', y los eliminados en la quinta un  $TRC_4$  de 8'1''.

No analizamos el TRC de la última etapa ya que nuestro estudio se basa en el TRC anterior a finalizar cada binomio, no obstante, el TRC en la última etapa suele ser el mayor ya que en esta etapa final no se permite el reingreso por pulso.

Comparamos las medias del  $TRC_{(n-1)}$  de los clasificados con el de los eliminados, obteniendo lo que se muestra en Tabla 16.

	MEDIA TRC CLAS	MEDIA TRC ELIM
1ª ETAPA	4'00''	5'24''
2ª ETAPA	4'38''	6'04''
3ª ETAPA	5'36''	5'54''
4ª ETAPA	6'46''	8'11''

Tabla 16. Comparación de  $TRC_{(n-1)}$  de clasificados y eliminados por etapa, en minutos.

Las diferencias obtenidas de las medias del TRC tras los análisis a las carreras de 120 km fueron significativas en las etapas 1 y 2, comparando tanto eliminados con clasificados, como tomando en cuenta el motivo de eliminación.

En las carreras de 80 km, las diferencias obtenidas tras los análisis estadísticos del TRC no arrojaron diferencias significativas entre los animales clasificados y los que fueron eliminados en las distintas etapas.

Al analizar la velocidad promedio en 120 km, nos dio como resultado que la misma es mayor en la primera etapa y luego va disminuyendo progresivamente (ver tabla 7), tanto de clasificados como de eliminados. Una vez que los valores de clasificados y eliminados se enfrentan en una prueba F para varianza de dos muestras, los mismos no muestran una diferencia significativa. Es decir que en las carreras de 120 km no existió diferencia significativa entre las medias de las velocidades de los eliminados por cualquier motivo y la de los clasificados. Al igual que con el TRC, analizamos todas las etapas de los clasificados, a excepción de la última, y de los eliminados analizamos la etapa anterior a quedar eliminado. La VP de todas las etapas se calcula desde que

el binomio larga la etapa, hasta que ingresa a la inspección veterinaria, por lo que en la velocidad está incluido el TRC. Como el TRC va aumentando a medida que transcurren las etapas, no podemos definir si la disminución de la VP se debe al aumento del TRC o si se debe a una disminución real de la velocidad en pista del binomio.

Analizando las medias de las velocidades de clasificados y eliminados totales en las carreras de 80 km, en una prueba F para varianza de dos muestras, se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos, es decir que las velocidades promedio de los equinos eliminados y la de los clasificados en 80 km, son estadísticamente diferentes.

La velocidad a la que se corre una carrera de enduro ecuestre depende no solo del nivel de entrenamiento que posea el animal y de la distancia, sino que también de las características del suelo, la temperatura y humedad ambiente, que juegan un papel muy importante. En competencias de 80 km la velocidad promedio oscila entre los 21-23 km/h, mientras que en carreras de 120 o 160 km la velocidad es de 20 - 21km/h (Boffi, 2007).

Estadísticamente, la asociación del resultado final de la competencia, con las variables velocidad promedio, TRC y el número de etapa, fue solamente comprobada con el TRC. La misma es más fuerte cuando los eliminados considerados son solamente los FTQ ME. En conclusión, existe una asociación positiva entre el TRC y la probabilidad de quedar eliminado en la etapa siguiente. Un aumento en el TRC implica un aumento en la probabilidad de quedar eliminado por causas metabólicas, mas allá de la distancia de la carrera, explicándose este modelo en un 57,32% de los casos para 120 km y 41,34% para 80 km.

Según Younes (2015), es posible predecir mediante regresión logística la eliminación de un caballo en base a la FC, TRC, y VP, medidos en el Vet Gate anterior (n-1). Las diferencias existentes en el número de muestras (n), así como la variabilidad de los factores exógenos, pueden explicar las diferencias entre el trabajo de Younes y el presente.

Evaluada la importancia del índice de confort como factor de riesgo de eliminación, se realizaron los estudios estadísticos correspondientes, no detectándose desde este punto de vista, resultados que se pudieran adjudicar a otro motivo que no fuese el azar. De todas maneras, según señalan Laens y Wünsch 2014, la humedad relativa ambiental alcanza sus valores más altos en las primeras dos etapas con un promedio en ambas de 88%. Dados los resultados de este estudio sobre la diferencia significativa de las medias de los TRC de los animales clasificados y los eliminados – significativa solamente en etapas 1 y 2- en 120 km, y lo anteriormente mencionado, podemos sugerir que las condiciones externas, cuanto más se acercan a ser extremas, dejan expuestos aquellos animales sub entrenados.

Lo expresado sobre el IC demuestra la fortaleza del reglamento FEI de Enduro en el cual se da preponderancia al Bienestar Animal, generando éste las condiciones para que los factores externos adversos tengan mínima incidencia en la salud del animal (Comunicación personal Dr. Guillermo Nin).

El análisis de IC se realizó con promedios diarios de los datos de temperatura y humedad, y no por hora, con lo cual pueden explicarse los resultados obtenidos en que los binomios participantes disminuyeran su velocidad en aquellos momentos de condiciones climáticas poco favorables, no generándose en estos días mayor

porcentaje de eliminados ME que en los días de condiciones favorables. Este análisis puede ser considerado para futuros estudios.

Las eliminaciones por GA o ME están destinadas a evitar que los caballos fatigados continúen con el evento y luego desarrollen afecciones asociadas con el agotamiento (Barnes y col., 2010, Foreman JH, 1998). A pesar de la aplicación de reglas estrictas y exámenes veterinarios exhaustivos, se ha informado que el 12% de los caballos que inician una prueba requieren tratamiento de emergencia posterior (Robert C, 2013). En consecuencia, es esencial identificar lo antes posible a los caballos que probablemente se eliminarán, persiguiendo el objetivo del bienestar animal, disminuir la incidencia de patologías post competencia y evitar accidentes durante y después de los eventos de resistencia.

La recuperación de la FC se utiliza para determinar el estado de los caballos que compiten en carreras de resistencia (Garlinhouse, 2012). Este tiempo de recuperación se encuentra condicionado a: 1) el nivel de entrenamiento; 2) factores ambientales como temperatura y humedad; 3) el cambio decreciente de la marcha y 4) la adaptación termo regulatoria (Boffi, 2007).

El uso del TRC como parámetro primordial y no así de la FC, se basa en que durante el año en estudio (2014), en Uruguay, se utilizaron dos sistemas diferentes de control de FC. La primera mitad del año se realizó el registro con estetoscopio durante un minuto, y en la segunda mitad con cardio tacómetro, realizándose el control hasta que las pulsaciones llegaran a 64, con lo cual consideramos que los resultados a obtenerse no serían representativos del verdadero estado de recuperación cardíaca, obteniendo muchos registros de 64 lpm y no la frecuencia real por debajo de este valor.

Si bien encontramos que hay una relación estadísticamente significativa entre el TRC y la probabilidad de quedar eliminado en la etapa siguiente, y que dicha relación es mayor para los eliminados ME, el grado en que podemos explicar esta asociación no nos permite en la práctica predecir con certeza que ante determinado valor de TRC, se dará o no la continuidad en la prueba. Igualmente entendemos que la asociación descrita puede ser de utilidad para entrenadores, propietarios o competidores al momento de una carrera, para poder identificar un equino sub entrenado o con mayores probabilidades de eliminación y así poder revertir la situación, tomando medidas como la disminución en la velocidad o el retiro voluntario del equino.

La eliminación no se puede predecir según el modelo planteado, lo cual consideramos un hecho multifactorial.

Un factor importante es el nivel de entrenamiento alcanzado a lo largo del tiempo por los animales, recordando que Uruguay es un país netamente exportador, donde los tiempos de entrenamiento y entre competencias, tienden a ser menores que en otros países, donde se ha podido predecir con mayor valor estadístico la probabilidad de eliminación como bien lo señala el estudio de Younes et al, 2015.

En un estudio posterior, podrían categorizarse los animales por cantidad de competencias corridas a lo largo de su campaña deportiva, y realizar en cada categoría un análisis estadístico como el de este estudio.

Otro factor que consideramos importante es que el estudio de velocidad se realizó con el parámetro VP, utilizado para la publicación de los resultados FEI. Consideramos

que sería de utilidad para posteriores estudios, utilizar la velocidad real en pista, es decir, aquella que no incluye en su cálculo al TRC.

## 12. CONCLUSIONES

- No existen diferencias significativas en cuanto a los porcentajes de clasificación y de cada motivo de eliminación entre las dos sedes de Enduro que se estudiaron en Uruguay en el 2014, Costa Azul y Trinidad.
- La claudicación es el motivo de eliminación más importante en nuestro país.
- Los porcentajes de clasificación en Uruguay mejoraron del 2008 al 2014, ya que en el 2008 el porcentaje de clasificación fue de 46,3%, y en el 2014 fue de 62%.
- En 120 km, hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias del  $TRC_{(n-1)}$  de los eliminados y de los clasificados en la 1º y 2º etapa. Esta diferencia no es significativa en las carreras de 80 km.
- El TRC está asociado a la probabilidad de quedar eliminado en la siguiente etapa, en pruebas de 80 y 120 km. Esta asociación es más fuerte en 120 km, y es mayor para los eliminados por motivos metabólicos. A mayor TRC, mayor es la probabilidad de quedar eliminado en la siguiente etapa, por causas metabólicas.
- La velocidad promedio no evidenció asociación con la probabilidad de continuar o quedar eliminado en la etapa siguiente.
- El  $P_{75}$  en 120 km para la primera etapa es de 5'24'', para la segunda es de 6'34'', para la tercera es de 7'36'', y para la cuarta es de 8'42''.
- El  $P_{75}$  en las carreras de 80 km, para la primera etapa es de 6'9'' y para la segunda etapa es de 8'25''.
- El Índice de confort no mostró incidir en el resultado final de la competencia, no existiendo diferencias significativas entre los clasificados y eliminados metabólicos en carreras cuyo índice metabólico fue bajo, moderado o alto.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta R, (1995). Manual para veterinarios en raid. Montevideo, Hemisferio Sur, 96 p.
2. Arhancet Radesca, M., Delgado Blanco, S., Díaz Gómez, V. (2016). Determinación de las variaciones séricas de glucosa pre y post competencia en el equino de resistencia (RAID). Tesis de grado, Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Veterinaria, 33 p.
3. Barnes A, Kingston J, Beetson S, Kuiper C. (2010) Endurance veterinarians detect physiologically compromised horses in a 160 km ride. *Equine Vet J*; 42(Suppl. 38):6–11.
4. Boffi F, (2007). Fisiología del ejercicio en equinos. Buenos Aires, Inter-Médica, 302 p.
5. Castejón F, Rubio D, Tovar P, Vinuesa M, Riber C, (1994). A comparative study of aerobic capacity and fitness in three different horse breeds (Andalusian, Arabian and Anglo-Arabian). *Zentralbl.* 41:645–652.
6. de la Flor García M. (2014). Relación genética existente entre la frecuencia cardíaca y el rendimiento deportivo en caballos de Raid. *Reduca (Recursos Educativos)* 6 (4): 263-267. Disponible en: <https://docplayer.es/35404156-Relacion-genetica-existente-entre-la-frecuencia-cardiaca-y-el-rendimiento-deportivo-en-caballos-de-raid.html>. Fecha de consulta: 01/05/2017.
7. Evans DL, (2000). Training and Fitness in Athletic Horses. Barton ACT, 88 p.
8. Ferrari A, (2012). Caracterización y potencialidades del Sector Ecuéstere en Uruguay. Uruguay XXI. Disponible en: <http://www.uruguayxxi.gub.uy/> Fecha de consulta: 05-07-17.
9. Fielding CL, Meier CA, Balch OK, Kass PH, (2011). Risk Factors for Elimination During Endurance Rides Examined. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21838587>. Fecha de consulta: 18/12/2017.
10. Frazão C, Santos R, (2007) O Enduro Ecuéstere. *Breeder*. 190 p.
11. Foreman JH. (1998), The exhausted horse syndrome. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 14: 205-219.
12. Garlinghouse S, (2012). The Horse Caring for the Disciplines, Trail and Endurance. Disponible en: <http://www.thehorse.com/articles/29484/caring-for-the-disciplines-part-3-trail-and-endurance>. Fecha de consulta: 6/12/17.
13. Hogdson DR, McCutcheon LJ, Byrd SK, Brown WS, Bayly WM, Brengelman GL, Gollnick PD (1993) Dissipation of metabolic heat in horse during exercise. *J Appl Physiol.* 74:1161-1170.

14. Hodgson DR, Davis RE, McConaghy FF, (1994). Thermoregulation in the horse in response to exercise. Br. Vet. J. 150:219-235.
15. Hodgson DR, Rose RJ, (1994). The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine. Philadelphia. Saunders, 497 p.
16. About Endurance. Disponible en: <http://emiratesequestrian.com/Endurance/About> Fecha de consulta 23/8/2018.
17. Jones S, (2009), Horseback riding in the dog days. Animal Science e-News University of Arkansas 2: 3-4. Disponible en: <http://www.uaex.edu/farmranch/animals-forages/docs/ansc%20e-news%20july2009.pdf>. Fecha de consulta: 15/3/2018.
18. Laens, F, Wünsch, MC (2014). Efecto del Índice de Confort, Velocidad, Etapa, Raza y Sexo sobre el Tiempo de Recuperación Cardíaca, en Caballos de Enduro. Tesis Doctoral. Universidad de la República, Uruguay. Facultad de Veterinaria, 75 p.
19. Langlois C, Robert C. (2008). Epidemiology of metabolic disorders in endurance horses. Prat Vét Equine; 40: 51–60.
20. Lindinger MI (2008) Sweating, dehydration and electrolyte supplementation: Challenges for the performance horse. Proceedings, 4th European Equine Nutrition and Health Congress, the Netherlands.P: 46-56.
21. López JL, (1995). Efecto del entrenamiento sobre el músculo esquelético del equino. Agro-Ciencia, 11(1):71-85.
22. López Oliva, Mario (2012). Caracterización y Potencialidades del Sector Ecuestre en Uruguay. Informe Uruguay XXI sobre el sector ecuestre en Uruguay. Disponible en [www.uruguayxxi.gub.uy](http://www.uruguayxxi.gub.uy) Fecha de consulta: 24/11/2016.
23. Maisonnave MN, Lockhart G, (2012). Uruguay Endurance. Montevideo, Imprimex, 193 p.
24. Marichal, G, Hernández, H (2013). Determinación de las Variaciones Electrolíticas pre y post Competencia en el Equino de Resistencia (Raid). Tesis Doctoral. Universidad de la República, Uruguay. Facultad de Veterinaria, 37p.
25. Muriel, M (2014). Deshidratación y agotamiento asociados al ejercicio de resistencia (Síndrome del Caballo Exhausto). Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-equinos/articulos/deshidratacionagotamiento-asociados-ejericioct5741/p0.htm>. Fecha de consulta: 11/08/18.
26. Marlin DJ, Scott CM, Schroter RC, Harris RC, Harris PA, Roberts CA, Mills PC, (1999). Physiological responses of horses to a treadmill simulated speed and

endurance test in high heat and humidity before and after humid heat acclimation. *Equine Vet. J.* 31(1): 31-42.

27. Nagy A, Murray JK, Dyson S, (2010). Elimination from elite endurance rides in nine countries: a preliminary study. *Equine Vet J*, 42: 637-643.
28. Nagy A, S.J. Dyson, J.K. Murray. (2012). A veterinary review of endurance riding as an international competitive sport. *Vet J*, 194: 288-293. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.proxy.timbo.org.uy:88/science/article/pii/S0737080615004918?> Fecha de consulta: 01/10/18.
29. Reed, SM, Bayly, WM, Sellon, DC (2005). *Medicina Interna Equina*. Buenos Aires, Inter-Médica, V1.
30. Reglamento de Federación Ecuestre Uruguay (FEU). Disponible en: <http://www.federacionecuestreuruguay.com.uy/>. Fecha de consulta: 1/10/16.
31. Rose RJ, (1986). Endurance exercise in the horse Part I & II. *Br. Vet. J.* 142 (6): 532-552.
32. Rose RJ (1992). Problemas en el rendimiento y resistencia del caballo. En: Robinson NE. *Terapéutica actual en medicina equina*. Philadelphia, Saunders. P: 499- 525.
33. Ridgway K, (2008). American Endurance Ride Conference, The official sanctioning body for Endurance in the USA and Canada. Disponible en: <http://www.aerc.org/ENFeb08Ed.asp>. Fecha de consulta: 25/10/2017.
34. Trigo P, (2010). *Fisiopatología del ejercicio en el caballo de resistencia*. Tesis doctoral, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, España, 111 p.
35. Younes M., Robert C., Cottin F, Barrey E. (2015) Speed and Cardiac Recovery Variables Predict the Probability of Elimination in Equine Endurance Events. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0137013>. Fecha de consulta: 02/03/2016.